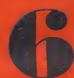
GRAĐEVINAR



ČASOPIS SAVEZA GRAĐEVNIH INŽENJERA I TEHNIČARA SR HRVATSKE
GODINA XIX LIPANJ 1967



PRVA TVORNICA MONTAŽNIH ELEMENATA OD PLINOBETONA U NAS — PUŠTENA U RAD 1962. — POGLED NA TVORNICU

»GRAĐEVINAR«

GOD. XIX **BROJ 6**

SADRŽAJ

SURADNICI
OLAKŠAJTE RAD REDAKCIJSKOM ODBORU i UREDNIKU

Ako želite da Vaš članak bude što prije objavljen, držite se uputa:

DVA PRIMJERKA tipkana na stroju potpuno spremna za štampu neophodno su potrebna; tipkanje PROREDOM sa slobodnim RUBOM 5 cm ŠIRINE s lijeve strane omogućuje unošenje potrebnih korektura na jasan i pregledan način,

CRTEŽI IZRAĐENI TUŠEM jedino mogu da se upotrebe za izradu klišeja; slova i brojke na crtežima moraju biti tako veliki, da nakon smanjenja na format lista (8 ond. 16,5 cm širine) budu najmanje 1 mm visoki; svi naknadni ispravci crteža idu na račun autori;

fotografije kontrasne na sjajnom papiru daju dobre klišeje;

popis crteža i slika s rednom numeracijom olakšava orijentaciju, pa se izbjegava zametanje; sve slike priložiti odvojeno od teksta;

jasno i koncizno izražavanje u duhu jezika olakšava čitanje i povećava razumljivost, a štedi i na skupocjenom prostoru u listu.

Svi se objavljeni radovi honoriraju po tarifi, originalne slike se računaju kao tekst.

Molimo autore da prilikom slanja rukopisa naznače potpunu adresu, broj žiro računa i nadležnu općinu.

RUKOPISI SE NE VRAĆAJU, zadržite za sebe kopiju!

Časopis izdaje: Savez građevnih inženjera i tehničara SR Hrvatske, Zagreb, Berislavićeva ul. 6.

Glavni urednik: Prof. dr ing. Ervin Nonveiller

Tehnički urednik: Ante Nejašmić

Tek. rač. kod SDK 301-8-2331

Tisak štamparije »Vjesnik« Zagreb

»GRAĐEVINAR«

VOL. 19 **6 — 1967.**

Journal of the Society of Civil Engineers of Croatia

CONTENTS

»GRAĐEVINAR«

19-И ГОД ИЗДАНИЯ **6 — 1967.**

СОДЕРЖАНИЕ

Godišnja pretplata: Za poduzeća N. Din 200 za prvi pretplatni primjerak, te N. Din 100 za svaki daljnji primjerak. Za ostale pretplatnike N. Din 30. Za đake i studente N. Din 12. Za inostranstvo N. Din 150.

Pojedini primjerci: Za DIT N. Din 1,50. Za poduzeća N. Din 20. Za ostale 3 N. Din.

Cijena oglasa: naslovna str. 3000. Omotne 2500. Unutarnje stranice: 1/1 — 2000, 1/2 — 1500, 1/4 — 1000 N. Din. Kod više uzastopnih oglasa dajemo popust, prema dogovoru.

GRAĐEVINAR

God. XIX Lipanj 1967 Broj 6

O PRORAČUNU NASUTIH BRANA NA UTICAJ ZEMLJOTRESA

Dr P. Anagnosti, Ing. M. Maksimović, Energoprojekt, Beograd

1. *Uvod*

Pomeranja tla usled zemljotresa izazivaju dodatne inercijalne sile u nasutim branama, kao i kod drugih konstrukcija. Ta se pomeranja kroz telo nasute brane prenose po složenim zakonima, jer materijal od kojeg su izgrađene nasute brane nije ni apsolutno krut ni idealno elastičan. Ako se pretpostavi da je telo brane kao kruto, neraskidivo vezano za temelj, onda bi sve tačke u brani imale jednaka pomeranja kao i njen temelj. Terenska osmatranja i eksperimenti na modelima pokazuju da uticaj pomeranja temelja raste prema kruni brane gde se javljaju najveća ubrzanja i pomeranja, i da se za male oscijalicije telo brane ponaša približno kao elastičan sistem.

Proračun stabilnosti i deformacija nasutih brana mora se zasnivati na ispravnom određivanju koeficijenta seizmičnosti tela brane, koji nije jednak koeficijentu seizmičnosti (odnos horizontalnog ubrzanja prema ubrzanju zemljine teže) temelja brane. Koeficijentom seizmičnosti definisane su inercijalne sile koje deluju u telu brane i njihova promena od temelja do krune.

Određivanjem koeficijenta seizmičnosti stvara se mogućnost da se proveri da li će se telo brane nalaziti u području malih pseudoelastičnih pomeranja, s faktorom stabilnosti većim od 1 ili se moraju proučiti deformacije van tog područja kada je faktor stabilnosti manji ili jednak jedinici. Na taj način mogu se oceniti granične moguće deformacije za ekstremno veliki seizmički uticaj, tj. da li pri faktoru stabilnosti manjem od 1 nastaju deformacije neprihvatljive za funkcionalnost brane, ili usled kratkotrajnih impulsa inercijalnih sila u toku seizmičkog potresa temelja ipak ne nastaju takve deformacije koji mogu ozbiljno da ugroze objekat.

Od 1955. u nizu se zemalja (Japan, SSSR, USA, Engleska) intenzivno proučavaju problemi proračuna nasutih brana na osnovu koeficijenta seizmičnosti sračunatih pomoću jednačina oscilacija. Imajući u vidu sličnost pomeranja tla pri zemljotresima i jakim eksplozijama (nuklearnim) istraživanja u tom pravcu su imala višestruki značaj.

Prilikom proučavanja problema proračuna nasutih brana, prvenstveno za potrebe projektovanja i dimenzionisanja, izvršena je sistematizacija, prerada i dopuna materije koja je obrađena u nizu publikacija, i predložen je konkretan postupak za proračun. Ovaj postupak je prilagođen za podatke o seizmičnosti kojima se obično raspolaže pri projektovanju brana na području Jugoslavije.

2. *Određivanje koeficijenta seizmičnosti*

Telo nasute brane se tretira kao sistem koji može da osciluje kada se usled pomeranja temelja izvede iz ravnotežnog položaja. To znači da se mora pretpostaviti postojanje unutrašnjih sila koje deluju na masu koja je spoljnim silama izvedena iz ravnotežnog položaja.

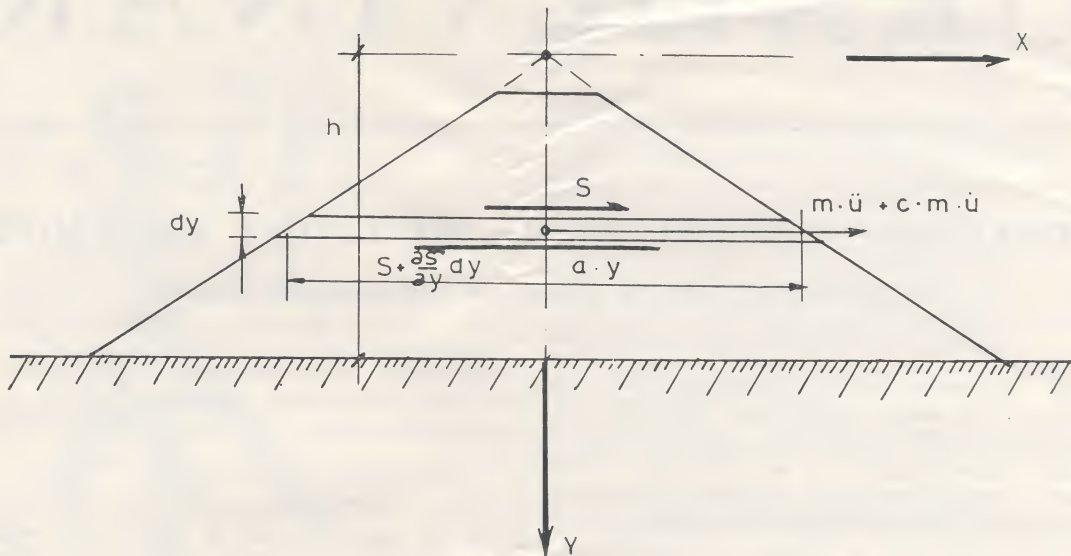
Budući da nasuta brana ima kontinualno raspoređenu masu, mora se tretirati kao sistem s beskonačnim brojem stepeni slobode, tj. broj nezavisnih parametara kojima se definiše položaj masa je beskonačan. Prilikom oscilacija tela brane javljaju se i otporne neelastične sile. tako da se oscilacije sistema (tela brane) koji je jednom izveden iz ravnotežnog položaja postepeno amortizuju-prigušuju. Analitičko izražavanje neelastičnih sila prigušenja se najlakše sprovodi ako se ove sile smatraju proporcionalnim brzinama oscilacija. Zato se sve odporne neelastične sile složene prirode zamenjuju tzv. e k v i v a l e n t n i m v i s k o z n i m o t p o r o m koji je proporcionalan brzinama oscilacija. Veličina ovog otpora se obično određuje iz uslova da uzrokuje jednako rasipanje energije u jednom ciklusu pomeranja kao i stvarna kompleksna otporna sila. Ovakva aproksimacija nije savršena i nije u potpunoj saglasnosti s eksperimentima, naročito u pogledu zavisnosti otpornih sila od frekvencije, što je posledica učinjene pretpostavke o proporcionalnosti otpora brzinama kod oscilatornog kretanja. Ipak se ova aproksimacija otpornih sila najčešće primenjuje zbog prednosti analitičkog izražavanja.

Prema tome se koeficijent seizmičnosti k, kojim se definišu inercijalne sile (m. K. g.) određuje na osnovu sledećih pretpostavki:

a) telo brane se tretira kao homogen elastičan simetričan klin poremećen iz ravnoteže horizontalnim kretanjem njegove osnove, što prouzrokuje smičuće napone;

b) kretanje temelja je definisano po vremenu i bit će u ravni upravnoj na osovinu pružanja brane;

c) oscilacije koje se javljaju usled horizontalnog kretanja osnove tretiraju se kao oscilacije samo usled smičućih sila, dok su momenti savijanja zanemareni.



Sl. 1

Jednačina slobodnih oscilacija

Jednačina slobodnih oscilacija beskonačno dugog elastičnog klina na krutoj podlozi izvodi se iz sledećih uslova (sl. 1).

Pretpostavljamo da je smičući napon τ konstantan u horizontalnom preseku i da je relativno pomeranje u odnosu na temelj u, brzina $\mathring{u}$ i ubrzanje $\ddot{u}$ takođe konstantno za diferencijalni elemenat visine dy.

Sila smicanja je $S = \tau \cdot a\, y$
gde je:

$$\tau = G\varepsilon_{xy} = G\,\frac{\partial u}{\partial y}\,; \qquad a \qquad S = G\,\frac{\partial u}{\partial y}\cdot a\cdot y,$$

i gde je distorziona deformacija ε_{xy},
a G — modul klizanja
Sila inercije je:

$$m\,\ddot{u} = (a\cdot y\cdot dy\cdot \varrho)\,\frac{\partial^2 u}{\partial t^2}$$

gde je:
u — relativno pomeranje u pravcu X osi u odnosu na osnovu.

Sila viskoznog otpora:

$$m\cdot c\cdot \mathring{u} = (a\cdot y\cdot dy\cdot \varrho)\,\frac{\partial u}{\partial t}$$

gde je:

$$\varrho = \frac{\gamma}{g},$$

i gde je:
γ zapreminska težina materijala
g — ubrzanje zemljine teže
(ϱ — se obično naziva gustina materijala).
Iz uslova ravnoteže u smeru x osi imamo:

$$\frac{\partial S}{\partial y}\,dy = m\cdot\ddot{u} + m\cdot c\,\mathring{u}$$

gde je:

$$\frac{\partial S}{\partial y}\,dy = G\cdot a\left(\frac{\partial u}{\partial y} + y\,\frac{\partial^2 u}{\partial y^2}\right)dy,$$

pa je

$$\frac{\partial^2 u}{\partial t^2} + C\,\frac{\partial u}{\partial t} = \frac{G}{\varrho}\left(\frac{\partial^2 u}{\partial y^2} + \frac{1}{y}\,\frac{\partial u}{\partial y}\right) \qquad (1)$$

Jednačina (1) je jednačina slobodnih amortizovanih oscilacija elastičnog klina, gde je $u = u\,(y, t)$ relativno pomeranje u smeru x osi u odnosu na temelj za beskonačno dugu branu (elastični klin).

Odnos $\frac{G}{\varrho} = v^2$ je jednak kvadratu brzine širenja talasa smicanja u materijalu tela brane.

Rešenje jednačine (1) se dobija u obliku:

$$u\,(y,\,t) = \sum_n Z_n\,(y)\,T_n\,(t) \qquad (2)$$

pa se razdvajanjem promenljivih dobija jednačina:

$$\frac{C\,\frac{\partial T}{\partial t} + \frac{\partial^2 T}{\partial t^2}}{T} = v^2\,\frac{\frac{\partial^2 Z}{\partial y^2} + \frac{1}{y}\,\frac{\partial Z}{\partial y}}{Z} = -\,p^2 = \text{const.} \qquad (3)$$

koja se razlaže na dve jednačine:

$$\frac{\partial^2 T}{\partial t^2} + C\,\frac{\partial T}{\partial t} + p^2\,T = O \qquad (4)$$

$$\frac{\partial^2 Z}{\partial y^2} + \frac{1}{y}\,\frac{\partial Z}{\partial y} + \frac{p^2}{v^2}\,Z = O \qquad (5)$$

pri čemu je jednačina (4) jednačina amortizovanih oscilacija sa 1 stepenom slobode a jednačina (5) Beselova jednačina.

Rešenja jednačina (4) i (5) su:

$$T_n = A_n \sin P_n t + B_n \cos P_n t \qquad (6)$$

$$Zn = C_{1n} J_o \left(\frac{Pn}{v} y\right) + C_{2n} Y_0 \left(\frac{Pn}{v} \cdot y\right) \qquad (7)$$

gde je J_0 Beselova funkcija nultog reda prve vrste, a Y_0 Beselova funkcija nultog reda druge vrste, (tzv. funkcija Vebera).

Vrednosti P_n, C_{1n}, C_{2n} se određuju iz konturnih uslova (koji važe za svako t).

Vrednosti A_n i B_n se određuju iz početnih uslova (koji važe za svako y).

Za konturne uslove:

$$u = O \text{ za } y = h$$

$$\frac{\partial u}{\partial y} = O \text{ za } y = O \text{ i proizvoljno } t \qquad (8)$$

Iz jednačine (7) dobija se uslovna jednačina za određivanje vrednosti Pn odnosno tzv. frekventna jednačina.

$$Jo \left(\frac{Pn}{V} h\right) = O \qquad (9)$$

iz koje se određuju vrednosti P_n tj. sopstvene neprigušene frekvencije sistema, za n-ti ton (ili formu) oscilacija.

Rešenja jednačine (9) su β_n tj. vrednosti za koje Beselova funkcija J_o (n) postaje jednaka nuli pa su za

n =	1	2	3	4	5	itd.
$\beta_n = \frac{P_n}{V} h =$	2,404	5,52	8,65	11,79	14,93	itd.

a osnovne periode su $T_n = \frac{2\Pi}{P_n}$.

Prema tome za branu beskonačne dužine frekvencije oscilacija i pomeranja zavise od visine brane (h) i brzine širenja talasa smicanja (v).

Rešenje u (y, t) glasi:

$$u\,(y, t) = \Sigma \left[C_{1n} \cdot J_o \left(\frac{P_n}{v} y\right) + C_{2n} Y_0 \left(\frac{Pn}{v} y\right)\right]$$

$$[A_n \sin P_n t + B_n \cos P_n t] \qquad (9)$$

odnosno:

$$u\,(y, t) = \sum_n J_o \left(\frac{P_n}{v} y\right)$$

$$\cdot [A_n \sin P_n t + B_n \cos P_n t] \qquad (10)$$

gde je:

n — broj tona (forme) oscilacija.

Jednačina prinudnih oscilacija

Jednačina prinudnih oscilacija beskonačno dugog elastičnog klina na krutoj podlozi izvodi se na sličan način kao i za slobodne oscilacije, s tim što na diferencijalni elemenat deluje ubrzanje:

$$\frac{\partial^2 u}{\partial t^2} + \frac{\partial^2 u\, g}{\partial t^2}$$

gde je:

u_g (t) poznato horizontalno pomeranje temelja jednako po celoj dužini brane, pa je osnovna diferencijalna jednačina:

$$\frac{\partial^2 u}{\partial t^2} + C \frac{\partial u}{\partial t} + \frac{\partial^2 u_g}{\partial t^2} = v^2 \left[\frac{\partial^2 u}{\partial y^2} + \frac{1}{y} \frac{\partial u}{\partial y}\right] \qquad (11)$$

gde je:

u relativno pomeranje brane u odnosu na temelj.

Rešenje jednačine prinudnih oscilacija (11) je:

$$u\,(y, t) = \sum_{n-1}^{\infty} \frac{J_o \left(P_n \frac{y}{v}\right)}{\omega_{du}\, P_n \frac{h}{v} \cdot J_1 \left(P_n \frac{h}{v}\right)} \cdot$$

$$\int_o^t \frac{\partial^2 u_g\,(\tau)}{\partial t^2}\, e^{-\lambda_n P_n (t-\tau)} \sin\,[\omega_{du}\,(t - \tau)]\, d\,\tau \qquad (12)$$

gde je:

J_1 Beselova funkcija prvog reda prve vrste.

Budući da rešenje jednačine (4) zavisi samo od početnih uslova (po vremenu), onda su vrednosti:

ω_{dn} i λ_n definisane istim vezama kao i za oscilacije sistema s jednim stepenom slobode tj.:

$$\omega_{dn} = P_n \sqrt{1 - \lambda^2_n}$$

gde je:

ω_{dn} prigušena frekvencija, a

$\lambda_n = \frac{C}{2\, P_n}$ izražava odnos stvarnog prigušenja.

$\frac{C\, cr}{2\, P_n} = 1$ je kritično prigušenje, kod kojeg kretanje prestaje da bude oscilatorno, jer je $\omega_{dn} = O$.

Sa $C_{cr} = 2\, P_n$ dobija se vrednost kritičnog koeficijenta viskoznog trenja λ_n i ima vrednosti od 0 do 1.

Integral:

$$V_n\,(t) = \int_o^t \frac{\partial^2 u_g\,(\tau)}{\partial t^2}\, e^{-\lambda_n P_n (t-\tau)}$$

$$\sin\,[\omega_{dn}\,(t - \tau)]\; d\,\tau \qquad (13)$$

se naziva Duhamelov ili Konvolucioni integral i ima dimenziju brzine.

Vrednost V_n (t) zavisi od sledećih parametara:

a) od oblika i veličine kretanja tla u_g (t)

b) od veličine prigušenja u odnosu na kritično λ_n

c) od prirodne neprigušene frekvence P_n
d) od vremena t.

Ako je data funkcija u_g (t) (poznato kretanje tla) onda se može sračunati maksimalna vrednost integrala V_n (t) u zavisnosti od λ_n i P_n.

Ova maksimalna vrednost integrala V_n (t) naziva se spektralna brzina i označava sa Sv, a vrednosti Sv za razne λ_n i P_n čine spektar Sv, koji se može vrlo pogodno iskoristiti za dinamičku analizu seizmičkog uticaja na građevinske konstrukcije.

Spektar brzina kretanja tla

Korišćenje spektra brzina Sv se sastoji u sledećem:

Na osnovu oblika spektra Sv (λ_n, P_n) najbolje se ilustruje uticaj prigušenja λ_n jer već za vrednost $\lambda_n = 0{,}10$ (a za najveći broj građevinskih objekata vrednost λ_n je od 0,20 do 0,50) nestaju sve izrazito velike vrednosti Sv (vrhovi). To vodi zaključku da za realne sisteme, gde je $\lambda_n \neq 0$ (konstrukcije) ne postoji neka dominantna perioda, već se energija potresa ravnomerno raspoređuje na šire područje perioda oscilacija.

Za konstrukcije — sistema s većim brojem stepeni slobode tj. većim brojem osnovnih tonova (formi) oscilacije, spektar Sv se može direktno koristiti za superpoziciju uticaja pojedinih tonova. Ovakva superpozicija je uvek na strani sigurnosti jer se pri tome zanemaruje fazna razlika oscilacija po pojedinim formama (tonovima).

Za prostorije konstrukcije — sisteme koji se mogu aproksimirati sistemima s jednim stepenom slobode spektar Sv se može neposredno primeniti za dobijanje maksimalnih uticaja.

Kod oscilacija od zemljotresa prva forma (ton) s najmanjom frekvencijom, a najvećom periodom, najčešće daje najopasniji slučaj opterećenja, jer su tada sve inercijalne sile usmerene u istom pravcu po celoj visini.

Budući da je uticajni spektar Sv proporcionalan seizmičkom koeficijentu, on se može direktno iskoristiti za određivanje ovih koeficijenata za razne objekte.

Spektar brzina Sv se računa iz maksimalne vrednosti integrala V_n (t) . . . (13) integracijom (numeričkom ili grafičkom) po vremenu varirajući parametre λ_n i P_n.

Spektar ubrzanja

Spektar ubrzanja Sa se lako sračunava iz spektra brzina Sv jer je $Sa = P \cdot Sv$ (14)

gde je

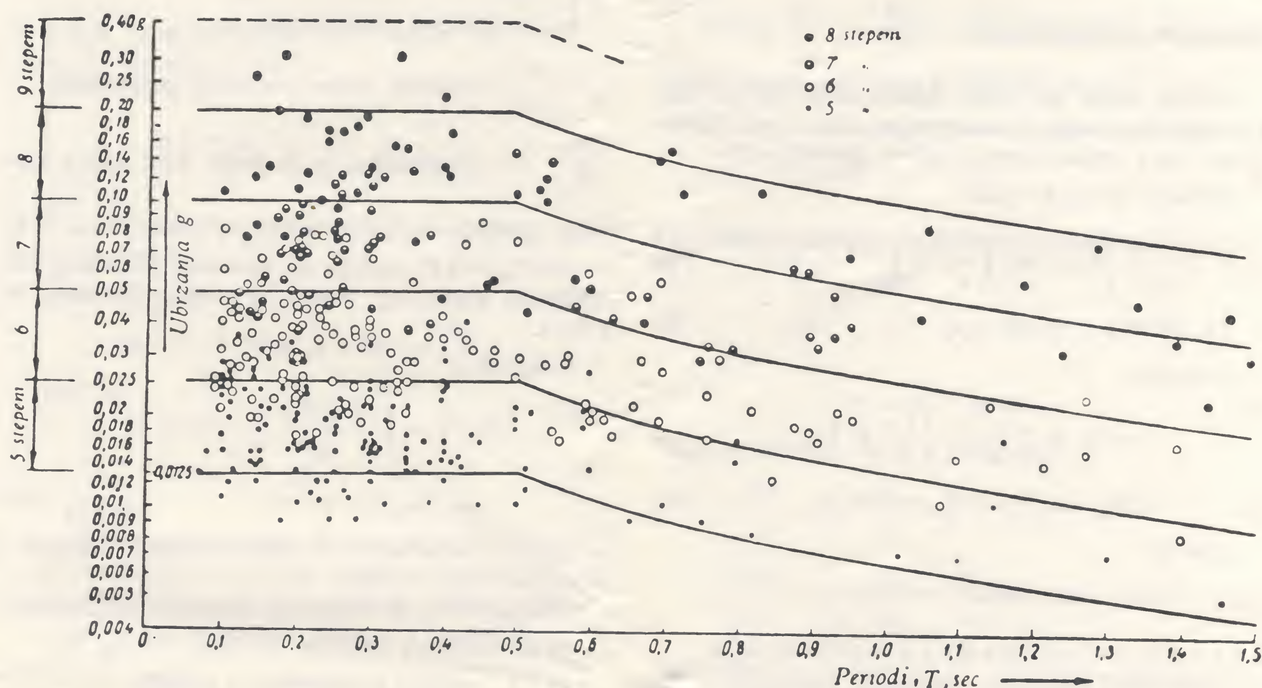
P neprigušena frekvencija.

Ovaj spektar je dat u normama GOST 6249-52, kako je prikazano na slici 2.

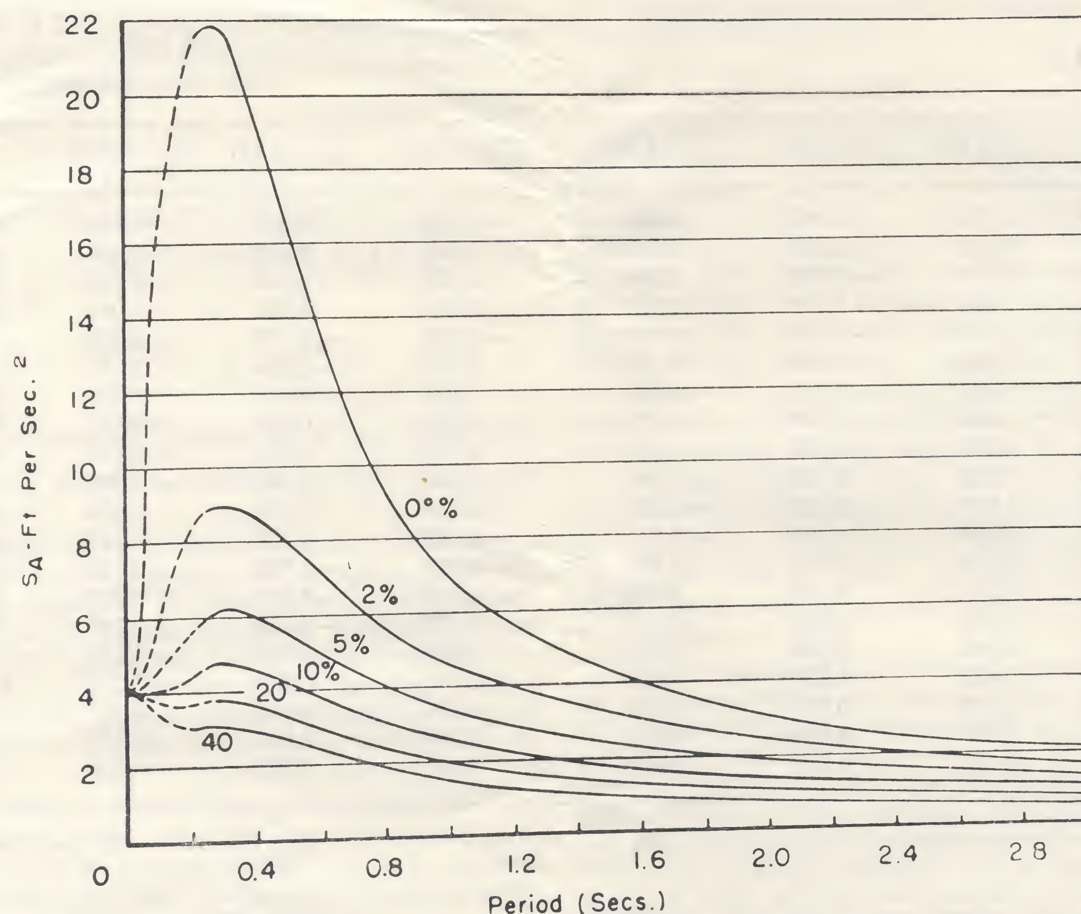
Izračunat je za $\lambda = 0{,}50$, i daje vrednosti Sa za razne reone intenziteta od V do IX.

Analogan spektar ubrzanja Sa je dat za zemljotrese u USA, i to:

	maksimalno ubrzanje
1. El Centro 18 maj 1940	0,33 g
2. El Centro 30 decembar 1940	0,26 g
3. Olympia 13 april 1949	0,31 g
4. Taft 21 juli 1952	0,18 g
5. Vernon 10 mart 1933	0,19 g



Sl. 2



Sl. 3

pri čemu su merene vrednosti normalizovane (Sa) i sračunate za ceo domen vrednosti λ. Ovaj spektar bi se mogao primeniti za razorne zemljotrese intenziteta VIII do IX (sl. 3).

Koeficijent seizmičnosti

Koeficijent seizmičnosti je definisan odnosom apsolutnog ubrzanja tačke u brani prema ubrzanju zemljine teže, tj.:

$$k = \frac{1}{g} \cdot \frac{\partial^2 u_a}{\partial t^2} \qquad (15)$$

pri čemu je:

$$\frac{\partial^2 u_a}{\partial t^2} = \frac{\partial u^2 (y, t)}{\partial t^2} + \frac{\partial^2 u_g (t)}{\partial t^2} \qquad (16)$$

$u (y, t)$ je definisano izrazom (12)

a u_g (t) je poznato pomeranje tla.

Za slučaj malog λ odnosno $\lambda \cong O$

apsolutno ubrzanje je $\frac{\partial^2 u_{an}}{\partial t^2} = p^2_n \cdot u_n (y \cdot t)$ (17)

pa se za male vrednosti λ dobijaju sledeći odnosi:

maks. relativno pomeranje $u_{n(max)} = \frac{1}{P_n}$

$$\cdot\ S_v\ \Phi_n (y) \qquad (18)$$

maks. relativna brzina $\frac{\partial u_n}{\partial t}$ (maks)

$$= S_v\ \Phi_n\ (y) \qquad (19)$$

maks. relativno ubrzanje $\frac{\partial^2 u_n}{\partial t^2}$ (maks)

$$= P_n\ S_v\ \Phi_n\ (y) \qquad (20)$$

gde je:

$$\Phi_n (y) = \frac{2\ J_o \left(P_n \frac{y}{v}\right)}{P_n \frac{h}{v} J_1 \left(P_n \frac{h}{v}\right)} \qquad (21)$$

Vrednosti Φ_n (y) su date u tabeli 1.

TABELA 1.

$$\Phi\,(y/h) = \frac{2\,J_o\,(\beta_n\,y/h)}{\beta_n\,J_1\,(\beta_n)}$$

y/h	β_1=2,404	β_2=5,250	β_3=8,654	β_4=11,792	β_5=14,931	β_6=18,070	y/h
0,00	1,602	— 1,065	0,851	— 0,730	0,649	— 0,590	0,00
0,05	1,596	— 1,045	0,812	— 0,668	0,561	— 0,475	0,05
0,10	1,579	— 0,985	0,699	— 0,497	0,334	— 0,198	0,10
0,15	1,550	— 0,890	0,529	— 0,261	0,057	0,087	0,15
0,20	1,511	— 0,764	0,324	— 0,018	— 0,166	0,232	0,20
0,25	1,461	— 0,615	0,111	0,177	— 0,260	0,187	0,25
0,30	1,400	— 0,451	— 0,081	0,281	— 0,211	0,020	0,30
0,35	1,331	— 0,280	— 0,230	0,281	— 0,066	— 0,135	0,35
0,40	1,253	— 0,113	— 0,319	0,193	0,093	— 0,173	0,40
0,45	1,166	0,043	— 0,342	0,054	0,186	— 0,082	0,45
0,50	1,074	0,179	— 0,303	— 0,088	0,176	0,058	0,50
0,55	0,975	0,290	— 0,215	— 0,188	0,077	0,143	0,55
0,60	0,871	0,369	— 0,096	— 0,219	— 0,052	0,116	0,60
0,65	0,764	0,416	0,030	— 0,176	— 0,144	0,006	0,65
0,70	0,653	0,429	0,142	— 0,079	— 0,156	— 0,100	0,70
0,75	0,542	0,409	0,220	0,037	— 0,086	— 0,125	0,75
0,80	0,430	0,361	0,254	0,133	0,023	— 0,057	0,80
0,85	0,319	0,289	0,241	0,180	0,114	0,050	0,85
0,90	0,209	0,200	0,185	0,165	0,141	0,113	0,90
0,95	0,103	0,101	0,099	0,097	0,093	0,089	0,95

$\Phi_n\,(1) = O$ za ne $[1,\infty]$

Koeficijent seizmičnosti k se dobija neposredno iz jednačine (20) i (21):

$$k = \frac{1}{g}\,S_a\,\Phi_n\,(y) \qquad (22)$$

odnosno:
inercijalna sila $I = W \cdot k_{pr}$
gde je:
W težina tela čija se inercijalna sila traži,
a k_{pr} je odgovarajuća vrednost k određena prema položaju tela težine W u brani (zavisna od p i r).

Veličina ubrzanja za branu konačne dužine

Ako imamo slučaj da je odnos između dužine i visine brane L/h manji od 3, ne može se smatrati da će pomeranja biti u istim iznosima po celoj dužini brane.

Koristeći razvijanje funkcije u (z, y, t) u red po $\sin\left(\frac{r\,\Pi\,z}{L}\right)$ sa konturnim uslovima:

u = O za z = O y, t proizvoljno, i

u = O za z = L y, t proizvoljno,

dobijamo izraz za pomeranje za dvodimenzionalni slučaj kretanja:

$$u\,(z,\,y,\,t) = \frac{4}{\Pi}\sum_{v\,=\,1,\,3,\,5}\;\sum_{n\,=\,1,\,2,\,3}\frac{1}{\omega_{dnr}}\cdot\frac{1}{r}\cdot\sin\left(\frac{r\,\Pi\,z}{L}\right)\Phi_n\,(y)\cdot V_{nr}\,(t) \qquad (23)$$

gde je:

$$V_{nr}\,(t) = \int_0^t \frac{\partial^2 u_g\,(\tau)}{\partial t^2}\,e^{-\lambda_n P_n (t-\tau)}\cdot\sin\left[\omega_{dnr}\,(t-\tau)\right]d\,\tau] \qquad (24)$$

pa je za malo λ seizmički koeficijenat:

$$k = \frac{4}{g\,\Pi}\sum_n\sum_r\frac{1}{r}\sin\left(\frac{r\,\Pi\,z}{L}\right)P_{nr}\,\Phi_n\,(y)\,V_{nr}\,(t) \qquad (25)$$

gde je:

$$P_{nr} = \frac{v}{h}\left[\beta^2_n + \left(\frac{r\,\Pi}{\mu}\right)\right]^{1/2} \qquad (26)$$

i gde je:

$$\mu = \frac{L}{h}$$

β_n je koren frekventne jednačine (9)

P_{nr} je neprigušena frekvenca.

Oscilacije brane trapeznog oblika

Oscilacije brane trapeznog oblika se dobijaju kad se uvedu konturni uslovi:

$u = 0$ za $y = h_0$

$u = 0$ za $y = h$ za proizvoljno t.

Frekventna jednačina postaje:

$$J_0 (\beta_n) Y_1 (m \beta_n) - J_1 (m \beta_1) \cdot Y_0 (\beta_n) = 0 \qquad (27)$$

gde je:

$$m = \frac{h_0}{h} \; ; \; \beta_n = \frac{Pu}{v} h.$$

Y_1 je Beselova funkcija prvog reda druge vrste

Y_0 je Beselova funkcija nultog reda druge vrste.

Budući da je vrednost m mala, obično manja od 0,10, koreni jednačine (27) su veoma bliski korenima jednačine (9), tako da za uobičajene preseke nasutih brana rešenje za trouglasti presek, vrednosti koeficijenta seizmičnosti određene na osnovu trouglastog preseka su dovoljno tačne i za trapezni presek. Tačke rešenja za trapezni presek se mogu naći u navedenoj bibliografiji (2).

Metodika određivanja i izbora koeficijenta seizmičnosti

Ovde će se ukratko izložiti praktičan postupak za određivanje koeficijenta seizmičnosti na osnovu navedenih izraza i dijagrama.

1. Karakteristični poprečni presek brane se aproksimira trouglom i odredi visina·h
2. Karakteristični podužni presek brane se aproksimira pravougaonikom i odredi dužina brane L
3. Izračuna se sopstvena neprigušena frekvencija oscilacija za prvi ton.

$$P_1 = \frac{\beta_1}{h} V \text{ za } \mu = \frac{L}{h} \geqslant 3 \qquad (28)$$

$$P_{11} = \frac{v}{h} \left[\beta_1^2 + \left(\frac{\Pi}{\mu} \right)^2 \right]^{1/2} \text{ za } = \mu \frac{L}{h} < 3 \qquad (29)$$

Brzina smičućeg talasa je oko 200 m/sec za gline, a oko 500 m/sec za zbijen šljunak ili kamen. Za stenu, kao što je granit, ova brzina je oko 5000 m/sec, a iz frekvencije dobije se perioda:

$$T_{11} = \frac{2\Pi}{P_{11}} \qquad (30)$$

4. Izračuna se vrednost funkcije Φ_n (y) prema priloženoj tabeli za usvojeno h, i P_{11} a za razne vrednosti y.
5. Koristeći spektar ubrzanja S_a odredi se vrednost koeficijenta seizmičnosti k (y) za prvi ton (formu) oscilacija, za razne visine brane prema jednačini (22).

Ovim se postupkom dobija dijagram koeficijenta seizmičnosti k (y).

3. Određivanje deformacija

Na osnovu pretpostavke o elastičnom ponašanju tela brane mogu se izračunati pomeranja, brzine, ubrzanja i koeficijenti seizmičnosti. Međutim osnova pretpostavke o elastičnosti oscilacijama je njihova mala veličina, te takve deformacije ne mogu imati nedozvoljen karakter kada su u pitanju nasute brane. Prema tome od praktičnog interesa su one deformacije koje se javljaju u plastičnoj oblasti deformacija. Dok se pri statičkom — stalnom ili povremenom opterećenju veličina deformacija ograničava usvajanjem nekog prosečnog minimalnog faktora sigurnosti F_s ($1.30 < F_s < 1.50$) duž kliznih površina, kod kratkotrajnoga a pulzacionog opterećenja koje stvara kretanje tla pri zemljotresu ,inercijalne sile mogu dovesti ovaj minimalni prosečni faktor sigurnosti ispod jedinice, a da se ipak ne jave deformacije nedozvoljene veličine.

Faktor sigurnosti u proračunima nasutih brana se najčešće određuje kao odnos između raspoloživih otpornih sila (po parametrima ugla trenja i kohezije) i sila koje su potrebne da se obezbedi ravnoteža za opterećenja koja deluju na konstrukciju (sopstvena težina, pritisak vode, porni pritisak itd.). Raspoloživa otpornost na smicanje, prema tome, određuje veličinu faktora sigurnosti i domen u kome se deformacije nalaze (elastičan — plastičan). Ova otpornost na smicanje pri pulzacionom opterećenju, pokazuje izvesne osobenosti kod glinovitih materijala sa neizraženom tačkom loma. Kratkotrajno udarno opterećenje od samo jednog pulsa ne dovodi do onih deformacija koje bi odgovarale statičkom opterećenju jednakom maksimalno postignutoj veličini opterećenja pri udaru, već je deformacija približno jednaka onoj koja odgovara prethodnom statičkom opterećenju uzorka koji se ispituje na pulzaciono opterećenje. Ako se međutim pulzacije ponove dovoljan broj puta, deformacije teže onoj koja odgovara akvivalentnom statičkom opterećenju. Prema iznetom se vidi da je za materijale s neizraženom tačkom loma, odnosno lomom koji se javlja pri velikim deformacijama (15—20% visine uzorka pri triaksijalnoj kompresiji) od važnosti poznavanje ne samo veličine inercijalnih (pulzacionih) sila već i broj udara — pulzacija u toku trajanja jednog zemljotresa. Kod materijala gde je tačka loma jasno izražena (pesak, šljunak, kameni nasip) i javlja se pri malim deformacijama (za dobro zbijene materijale) merodavne su karakteristike otpornosti dobijene iz statičkog opterećenja uzoraka. Kod onih glinovitih materijala koji ne dostižu graničnu čvrstoću ni pri većim deformacijama, mora se izvršiti ograničenje otpornosti na smicanje na osnovu veličine dozvoljenih deformacija, ako je broj verovatnih pulzacija velik, tako da se može očekivati akumulacija deformacija. Svakako da je

na strani sigurnosti izbor vrednosti otpornosti na smicanje na osnovu najveće dozvoljene deformacije (npr. 15%) bez obzira na broj pulzacija.

Kada su na navedeni način definisane veličine otpornosti na smicanje za dinamično opterećenje koje su ili jednake ili nešto veće ili manje nego za statičko opterećenje u zavisnosti od broja pulzacija (za mali broj pulzacija veće a za veći broj pulzacije manje) onda se može utvrditi da li inercijalne sile izračunate za elastične oscilacije brane dovode do plastičnih deformacija, odnosno da li je najmanji faktor sigurnosti manji od jedinice (izračunat za dinamičke vrednosti otpornosti na smicanje).

Jednačine plastičnih pomeranja

Budući da su deformacije plastičnog karaktera od praktičnog interesa, usvojit će se prilikom izvođenja jednačina za ovo pomeranje pretpostavka kruto-plastičnog materijala.

Posmatramo kruto telo težine W i mase

$$M = \frac{1}{g} W$$

koje leži na krutoj horizontalnoj osnovi koja se pokreće pod uticajem zemljotresa u obliku jednog pulsa — udara s ubrzanjem $a \cdot g$ koje traje u vremenskom intervalu t_0.

Aproksimirajući sinusoidni karakter ubrzanja od momenta $t = 0$ do $t = t_0$ sa stalnom veličinom $a \cdot g$ utvrdit ćemo veličinu inercijalne sile koju prima kruto telo težine W u zavisnosti od veličine otpornosti na smicanje koja se stvara na kontaktnoj površini (sl. 4).

Najveća otporna sila koja se javlja pre kretanja tela po podlozi je:

$$F + W \cdot f \qquad (31)$$

gde je F — sila kohezije

a f — koeficijent trenja.

Koeficijent otporne sile u odnosu na inercijalnu masu tela je $f_0\, g$.

gde je:

$$f_0 = \frac{F + W \cdot f}{W} \qquad (32)$$

a koeficijent otporne sile u odnosu na ekvivalentnu težinu tela je f_0.

Prema tome je maksimalna otporna sila $W \cdot f_0$

Inercijalna sila koja može da pokrene telo u odnosu na osnovu mora biti jednaka ovoj otpornoj sili:

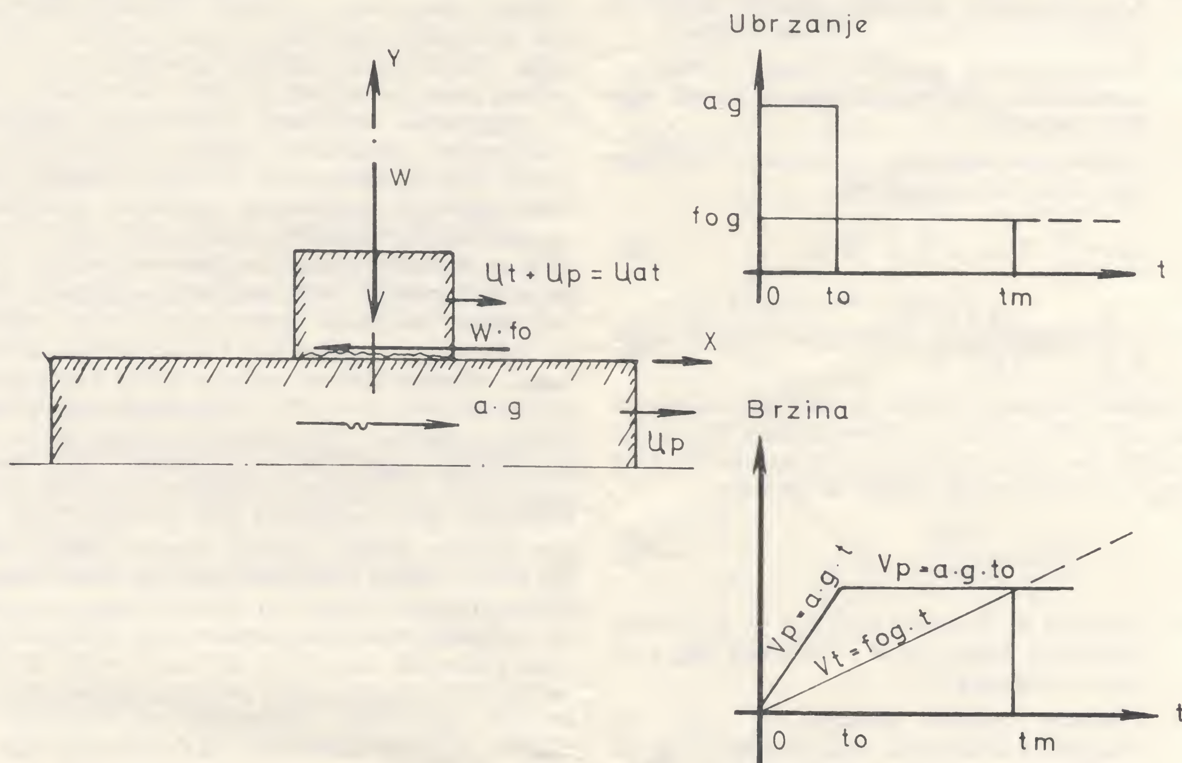
$$W \cdot f_0 = m \cdot \ddot{u}_t = \frac{W}{g}\, \ddot{u}_t \qquad (33)$$

tj. ubrznje osnove:

$$\ddot{u}_p \geqslant \ddot{u}_t = f_0\, g \qquad (34)$$

je ono koje dovodi do pokretanja tela u odnosu na osnovu, jer je $f_0\, g$ maksimalno moguće ubrzanje tela.

Iz dijagrama ubrzanja i brzina na sl. 4 vidi se da u času $t = t_m$ relativna brzina tela u odnosu



Sl. 4

na osnovu postaje jednaka nuli, a to znači da je relativno pomeranje tela konstantno.

Za vreme od $t = o$ do $t = t_m$ relativno pomeranje (u_t) tela u odnosu na osnovu je dato razlikom površina dijagrama brzina odnosno:

$$u_t = \frac{t_m - t_o}{2} a \cdot g \cdot t_o = \frac{t_m - t_o}{2} V_{p\,max} \qquad (35)$$

Ako se obavi zamena vrednosti t_o i t_m preko V_p maks $= a \cdot g \cdot t_o$

odnosno

$f_o\, g\, t_m = a \cdot g\, t_o = V_p$ maks u jednačini (35)

dobijemo relativno horizontalna pomeranja tela u odnosu na horizontalnu osnovu:

$$u_t = \frac{V^2_{p\,maks}}{2 \cdot f_o \cdot g} - \frac{V^2_{p\,maks}}{2 \cdot a \cdot g} \qquad (36)$$

odnosno:

$$u_t = \frac{V^2_{p\,maks}}{2\, g\, f_o} \left(1 - \frac{f_o}{a}\right) \qquad (37)$$

Kretanje tla se ovde tretiralo kao beskonačno u jednom pravcu, što u stvarnosti nije slučaj jer se javlja naizmenično kretanje u suprotnim pravcima, stoga jednačina (37) daje nešto veće vrednosti pomeranja, ali daje red veličine deformacija pri jednom kratkotrajnom potresu.

Osim toga jednačina (37) ukazuje da je relativno pomeranje tela srazmerno kvadratu maksimalne brzine pomeranja osnove.

Kinetička energija tela u kretanju sa maksimalnom brzinom $V_{p\,maks}$ je:

$$\frac{W}{g} \cdot \frac{V^2_{p\,maks}}{2\, g}$$

a utrošen rad na pomeranju je:

$$W \cdot u_t = \frac{W}{g} \cdot \frac{V^2_{p\,max}}{2\, g} \left(1 - \frac{f_o}{a}\right)$$

što pokazuje da je prvi član izraza za pomeranje, ono pomeranje koje potpuno apsorbuje kinetičku energiju maksimalne brzine, a drugi član predstavlja redukciju od maksimalne brzine na ekvivalentnu brzinu koja odgovara stvarnoj kinetičkoj energiji tela, pošto je f_o uvek manje od a, ako se javlja relativno pomeranje tela u odnosu na osnovu.

Ovde je pretpostavljeno kruto — plastično telo kod kojeg se deformacija obavlja s konstantnom otpornom silom na kontaktu tela i osnove.

Ako se analizira odnos energija kruto-plastične, elastično-plastične i elastične deformacije, onda se mogu postaviti sledeći odnosi (v. sl. 5).

Za kruto plastično telo energija deformacije je: $P_p \cdot \delta_p$.

Za elastično-plastično telo ova energija za istu deformaciju je:

$$P_p \cdot \frac{1}{2} \delta_e + P_p (\delta_p - \delta_e) = P_p \left(\delta_p - \frac{1}{2} \delta_e\right).$$

Za čisto elastično telo ova energija je:

$$P_e \cdot \delta_p \cdot \frac{1}{2},$$

pri čemu :

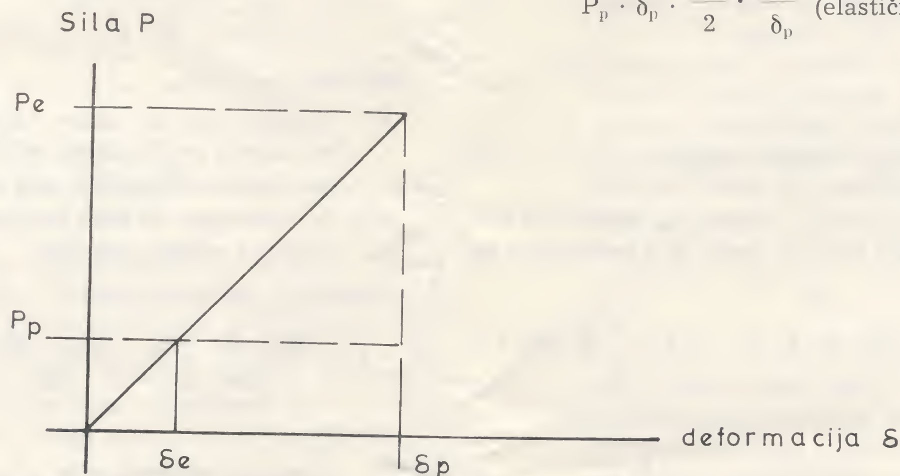
$$P_e = P_p \cdot \frac{\delta_p}{\delta_e},$$

pa imamo energije za istu konačnu deformaciju (δ_p).

$P_p \cdot \delta_p$ (kruto telo)

$P_p \cdot \delta_p \left(1 - \frac{\delta_e}{2\,\delta_p}\right)$ (elastično-plastično telo)

$P_p \cdot \delta_p \cdot \frac{1}{2} \cdot \frac{\delta_e}{\delta_p}$ (elastično telo)



Sl. 5

Vidi se da je razlika u energiji za kruto i elastično-plastično telo mala, pa hipoteza o kruto-plastičnom telu, iako zahteva nešto veću energiju za istu deformaciju, daje ispravan red veličine deformacija. Osim toga energija za elastičnu deformaciju je manja od energije kruto plastičnog tela samo dok ne postane $\delta_p = 2\,\delta_e$ što se brzo postiže, obzirom na malo δ_e.

Ako imamo telo koje leži na kosoj ravnoj površini, koje dobija ubrzanje a_t usled horizontalnog ubrzanja osnove a g, onda je:

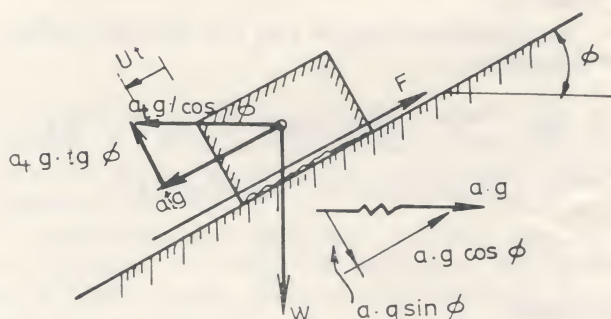
$$a \cdot g \cdot \cos\alpha = a_t \cdot g - a_t g \cdot f \cdot \mathrm{tg}\alpha$$

i

$$a \cdot g \sin\alpha = a_t \cdot g \cdot \mathrm{tg}\alpha,$$

pa se dobija:

$$a_t = a \cos\alpha + a \cdot f \cdot \sin\alpha.$$



Sl. 6

Otporna sila je:

$$F + (W \cdot \cos\alpha) \cdot f - W \sin\alpha,$$

pa je koeficijent otporne sile u odnosu na inercijalnu masu tela $f_o \cdot g$,

gde je:

$$f_o = \frac{F + W \cdot f \cdot \cos\alpha - W \sin\alpha}{W}$$

odnosno:

$$f_o = \frac{F}{W} + f \cos\alpha - \sin\alpha \quad (38)$$

Pomeranje (u_t) tela u odnosu na osnovu se dobija prema izrazu (37) pri čemu je a zamenjeno sa a_t tj.:

$$u_t = \frac{1}{2} a_t\, g\, t^2 + a_t \cdot g \cdot t_o\,(t_m - t_o) - \frac{1}{2} f_o \cdot g \cdot t_m^2 \quad (39)$$

odnosno:

$$u_t = \frac{1}{2} \cdot \frac{V_o^2 \max}{2g\, f_o} \left(1 - \frac{f_o}{a_t}\right) \quad (40)$$

gde je:

$$V_o^2 \text{ maks} = a_t \cdot g \cdot t_o.$$

Kao što je napomenuto, jednačine (37) i (40) daju red veličine pomeranja za jedan impuls (udar), dok znamo da se pri zemljotresima javlja veći broj udara, koji se postepeno smanjuju.

Na osnovu proučavanja karakterističnih seizmograma za više zemljotresa u USA, i to:

		Maks a/g	Trajanje sec
1. Ferndale	1954	0,20	20
2. Eureka	1954	0,18	26
3. Olympia	1949	0,21	26
4. El Centro	1940	0,32	30

dobila se empiriska jednačina za maksimalno pomeranje tla u dijagramu:

$$u_{maks} = \frac{V_p^2 \text{ maks}}{2g\, f_o} \cdot \frac{a}{f_o} \quad (41)$$

Ona u poređenju s izvedenim izrazom (40) sadrži član $\frac{a}{f_o}$ koji ustvari predstavlja broj efektivnih udara koji odgovaraju V_p maks.

Za slučaj kada se deformacija javlja duž kružne klizne površine mogu se izvesti sledeće veze:

Svaka lamela klizne mase ima težinu W_i odnosno masu $\frac{W_i}{g}$, i kao telo koje leži na kosoj površini dobija, pri horizontalnom ubrzanju $a \cdot g$ odgovarajuće tačke na osnovi lamele, ubrzanje:

$$a_t = a \cos\alpha + a \cdot f \cdot \sin\alpha \quad \ldots (42)$$

gde je:

ugao α ugao tangente klizne površine i horizontale (sl. 7).

Koeficijent otpora f_o pri rotaciji za svaku lamelu je jednak izrazu:

$$f_o = \frac{R \cdot S - M_a}{W \cdot d} \quad (43)$$

gde je:

S — otporna sila na osnovi lamele izračunata za uslove pulzirajućeg opterećenja

M_a — je momenat statičkih sila za datu lamelu

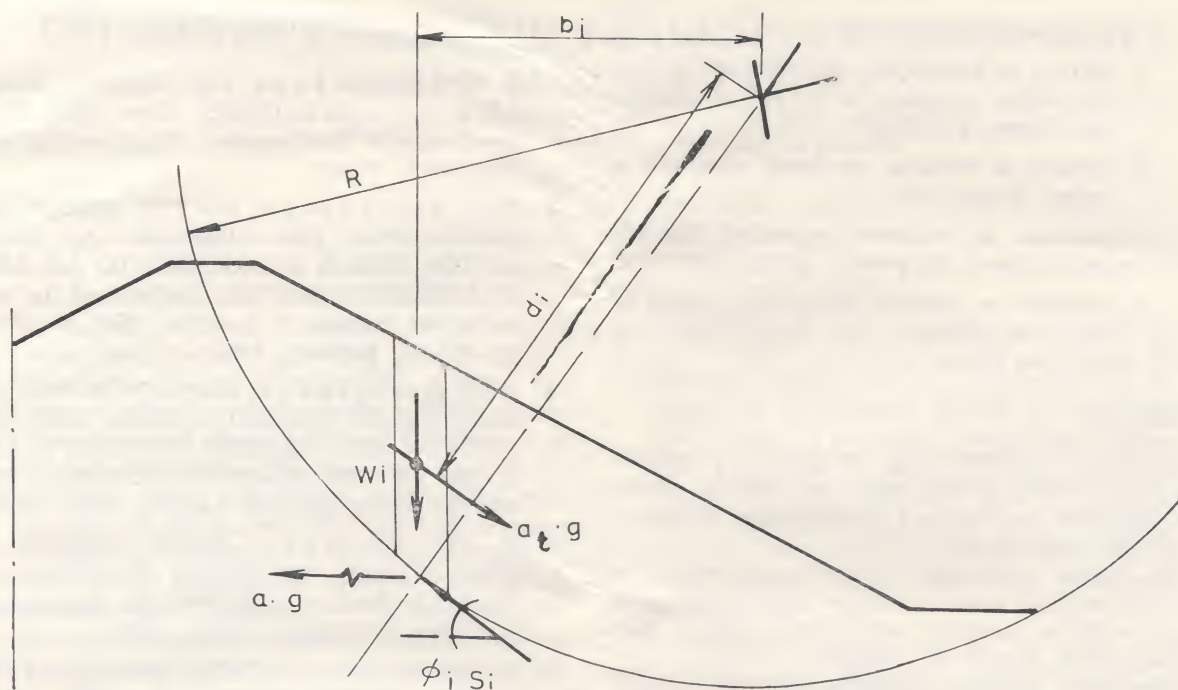
d — je odstojanje — krak inercijalne sile u odnosu na centar rotacije.

Prosečni f_o se dobija kao:

$$f_o = \frac{\Sigma R \cdot S - M_a}{\Sigma W_i \cdot d_i} = \frac{M_o - M_a}{M_i} \quad (44)$$

gde je:

M_o — momenat otpornih sila koje deluju na kliznoj površini (sračunat iz statičkih sila)



Sl. 7

M_a — momenat aktivnih statičkih sila ($\Sigma W_i \cdot b_i$)

M_i — momenat inercijalnih sila za jedinično ubrzanje u smeru delovanja računskog ubrzanja a_t ($\Sigma W_i \cdot d_i$)

W_i — težina lamele i

d_i — krak inercijalne sile lamele i.

Prosečno rotaciono pomeranje težišta klizne mase u odnosu na telo brane ili temelja ispod usvojene klizne površine je:

$$\bar{\varrho}_t = \frac{\bar{V}_o^2 {}_{maks}}{2g\,f_o}\left(1 - \frac{\bar{f}_o}{\bar{a}_t}\right) \tag{45}$$

odnosno po analogiji: $$\bar{\varrho}_{t\,maks} = \frac{\bar{V}_o^2 {}_{maks}}{2g\,f_o} \cdot \frac{\bar{a}_t}{t_o} \tag{46}$$

gde je:

a_t prosečno ubrzanje izračunato za tačke na kliznoj površini na osnovu jednačine (42),

pri čemu je:

$$\bar{a}_t = \frac{\Sigma a_{ti} \cdot W_i}{\Sigma W_i} \tag{47}$$

Iz jednačine (44) se vidi da f_o zavisi od odnosa R/d_i i kada su vrednosti d bliske vrednostima R onda se f_o smanjuje, a time se povećava vrednost relativne rotacije ϱ_t. Ovo vodi zaključku da u homogenoj brani treba očekivati najveće pomeranje u blizini spoljne kosine, po plitkim (mala razlika d_i i R) kliznim krugovima.

Kod brana s nehomogenim presekom postoji mogućnost da se javi niža vrednost f_o u dubljim krugovima koji dobrim delom prolaze kraz materijal nižih vrednosti otpornosti na smicanje.

Postupak za određivanje veličine pomeranja

Na osnovu iznetih analiza, hipoteza o kruto-plastičnom pomeranju klizne mase po usvojenoj kliznoj površini daje red veličine pomeranja za one inercijalne sile koje savladavaju raspoloživu otpornost na smicanje. Praktičan postupak za proračun se svodi na sledeće:

A. Za kružne klizne površine:

1. Odredi se koeficijent seizmičnosti k, i horizontalno ubrzanje a = k · g u tačkama duž klizne površine (za svaku lamelu)
2. Odredi se srednja vrednost ubrzanja $\bar{a}_t$ prema izrazima (41), (42) i (47)
3. Izračuna se vrednost prosečnog koeficijenta otpora f_o prema izrazu (44)
4. Izračuna se veličina rotacije težišta klizne mase za jedan impuls prema izrazu (45), pri čemu je ugao rotacije definisan kao:

$$\omega = \frac{\bar{S}_t}{D}$$

gde je:

D — krak težišta klizne mase

5. Sračuna se pomeranje kritične tačke na kliznoj površini i njihove komponente, za jedan impuls (udar), ili primeni jednačina (46).

B. Za ravne klizne površine:

1. Odredi se koeficijent seizmičnosti k i horizontalno ubrzanje a = kg u tačkama duž klizne površine
2. Odredi se srednja vrednost ubrzanja a_t prema izrazu (47)
3. Sračuna se vrednost prosečnog koeficijenta otpora f_0, prema izrazu (38)
4. Sračuna se veličina pomeranja prema izrazu (40) odnosno (41), unoseći ubrzanje a_t u ove izraze.

4. Zaključci

Navedenim obrascima je omogućeno proučavanje koeficijenata seizmičnosti za nasute brane, kao elastičnih oscilatora s prigušenjem usled neelastičnih otpornih sila.

Na osnovu izračunatih koeficijenata seizmičnosti može se lako odrediti faktor sigurnosti i izračunati veličina plastične deformacije kada je faktor sigurnosti manji od jedinice.

Obavljena analiza elastičnih, elastično-plastičnih i kruto-plastičnih deformacija je pozakala, da je energija apsorbirana za elastično-plastičnu deformaciju i za kruto-plastičnu deformaciju praktično ista, dok je za čisto elastičnu znatno veća. To znači, kada zanemarimo postojanje plastične deformacije i svu energiju koju dobija telo brane od pomeranja temelja apsorbujemo elastičnim deformacijama ,dobijamo u rezultatu najmanje deformacije a najveće sile. Ako s tim silama (koeficijentima seizmičnosti) uđemo u račun i tražimo kruto plastičnu deformaciju, dobijamo realnu vrednost pomeranja.

Od važnosti je međutim ispravno određivanje vrednosti otpornosti na smicanje pri seizmičkim opterećenjima, ali se i pri ovom mogu sagledati granične vrednosti u zavisnosti od merodavnog broja pulzacija — odnosno impulsa opterećenja koji se uzimaju u račun.

U priloženom popisu literature mogu se naći konkretni primeri proračuna za druge ili složenije slučajeve negoli što su izneti ovde. Ipak za većinu slučajeva koji se javljaju u praksi projektovanja nasutih brana izvedene formule su dovoljne da se izračunaju sile i deformacije koje mogu biti izazvane seizmičkim dejstvom, te da se bliže odrede posledice koje pri tom nastaju u odnosu na objekat.

BIBLIOGRAFIJA

1. N. N. Ambraseys: THE SEISMIC STABILITY OF EARTH DAMS. Proc. 2nd World Conference, Earthquake Engineering, pp. 1433-1463. Tokyo.
2. N. N. Ambraseys: ON THE SHEAR RESPONSE OF A TWO-DIMENSIONAL TRUNCATED WEDGE SUBJECTED TO AN ARBITRARY DISTUBRANCE. Bulletin of the Seismological Society of America. Vol. 50. No. 1, pp 45—56. january, 1960.
3. N. N. Ambraseys: REPORT ON THE SEISMICITY OF THE MOKHEIBEH DAM SITE AND ON THE SEISMIC STABILITY ANALYSIS OF THE MAIN STRUCTURE. Prepared for Energoproject, London, June, 1965.
4. G. W. Housner: LIMIT DESIGN OF STRUCTURES TO RESIST EARTHQUAKE. World Conference on Earthquake Engineering, Berkeley, California, June, 1965.
5. G. W. Housner: BEHAVIOR OF STRUCTURES DURING EARTHQUAKES, Journal of the ENGINEERING MECHANICS DIVISION, pp. 109—129, October, 1959.
6. D. E. Hudson: RESPONSE SPECTRUM TECHNIQUES IN ENGINEERING SEISMOLOGY. World Conference on Earthquake Engineering, Berkeley, California, June, 1956.
7. S. V. Medvedev: INŽENJERSKA SEIZMOLOGIJA, Beograd, 1965.
8. Newmark: EFFECTS OF EARTHQUAKES ON DAMS AND EMBANKMENTS, Geotechnique, June 1965.
9. J. M. Raphael: DESIGN OF DAMS FOR EARTHQUAKE RESISTANCE. World Conference on Earthquake Engineering, Berkeley, California, June, 1956.
10. H. B. Seed and G. R. Martin: THE SEISMIC COEFICIENT IN EARTH DAM DESIGN, Journal of the SOLL MECHANICS AND FOUDATIONS DIVISION, pp. 25—58, maj 1966.
11. Tiščenko, Ljamzina: Oscilacije brana od kamenog nabačaja pod uticajem zemljotresa. Ak. Nauka, SSSR, Rad. Inst. Fizike zemlje 1961. No 17 (184).

OŠTEĆENJE TVORNIČKIH GRAĐEVINA U PODSUSEDU USLIJED BUJANJA LAPORA

Ing. Vladimir Pehnec, Institut »Geoexpert«, Zagreb

Općenito

Osnovna sirovinska baza tvornice cementa »Sloboda« — Podsused je s nalazišta tzv. laporoloma u okolici tvornice. Zbog ograničenih transportnih kapaciteta kao i iz razloga ekonomičnosti ti su laporolomi smješteni u bližoj okolici na udaljenosti od cca 600 m od tvorničkih zgrada.

Iz nepredviđenih razloga došlo je 1954. do zatvaranja jednog od glavnih nalazišta lapora, a time i do obustave rada. Nastala situacija uslovila je iznalaženje novog laporoloma u što bližoj okolici tvornice. Da bi se što bolje iskoristila postojeća transportna sredstva i smanjio put transportiranja, izabrano je nalazište lapora u neposrednoj blizini tvorničkih objekata.

Iskorištenje nalazišta započelo je tokom godine 1954. i trajalo do 1962. godine, zahvativši površinu od cca 10.000 m². Prosječna visina sloja lapora koji je iskopan iznosila je 6 m. Iskorištenje lapora u blizini tvorničkih zgrada počelo je 1961—62. godine .

Tokom godine 1963. i 1964. primjećena su manja oštećenja na zgradama za pripremu sirovina i lapora kao i na zgradama radionica i skladišta. Godine 1966. povećan je intenzitet oštećenja, pa je u ljetu te godine odlučeno da se područje ispita geomehanički. Na sl. 1 prikazana je situacija, gdje se vide oštećene tvorničke zgrade, kao i položaj novog laporoloma.

U ovom članku opisat ćemo istražne radove, metode koje su primjenjivane za detaljno ispitivanje uzroka oštećenja, kao i moguće uzroke koji su izazvali oštećenja.

Terenski radovi

Radovi na terenu sastojali su se od ovih istražnih radova:

— sondažnog bušenja rotacionom sondažnom garniturom BA-150 s vađenjem neporemećenih uzoraka,
— izvođenje standardnog penetracionog pokusa,
— opažanja nivoa podzemne vode,
— ugradnje potrebnog broja repera za osmatranje pomaka na tvorničkim zgradama.

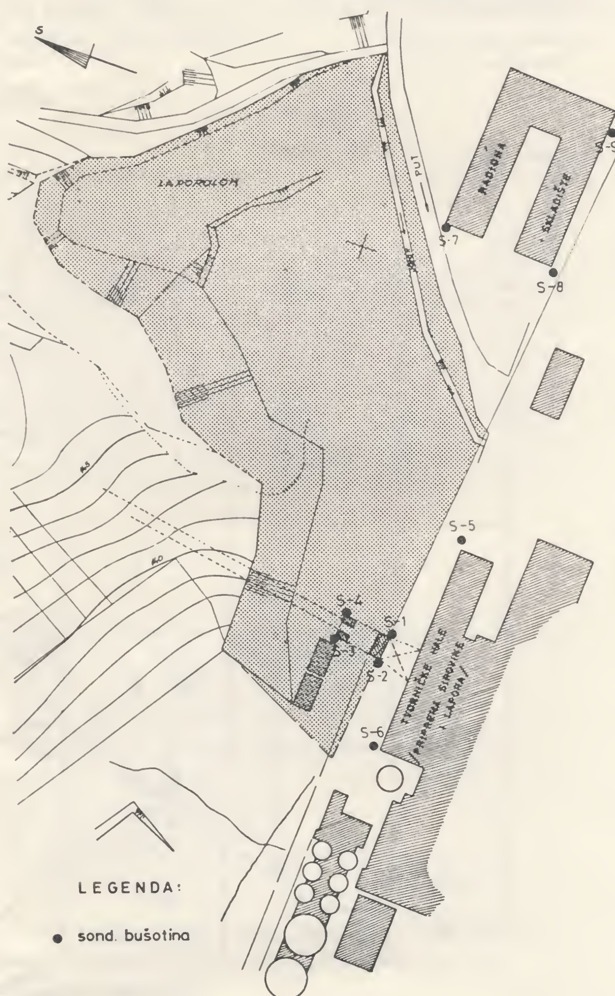
U prvoj fazi izbušeno je 6 bušotina dubine između 20 i 25 m. Bušotine su raspoređene u blizini zgrada za pripremu sirovine i lapora kao i stupova žičare na samoj istovarnoj stanici. U drugoj fazi izbušene su još tri bušotine neposredno uz skladišta i radionice. Položaj sondažnih bušotina prikazan je na sl. 1.

Iz koherentnih slojeva vađeni su neporemećeni uzorci promjera 89 mm. U nekoherentnim slojevima izveden je standardni penetracioni pokus radi utvrđivanja zbijenosti slojeva pijeska i šljunka.

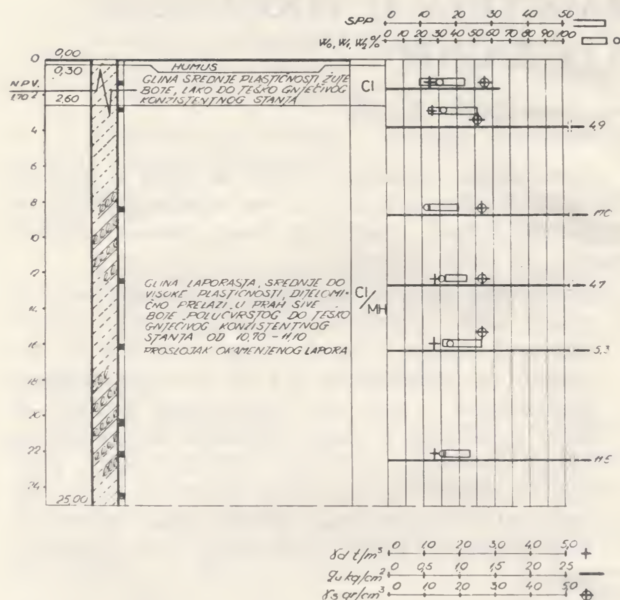
Sondažnim bušenjem dobio se uvid u slojeve tla. Utvrđeno je da se tlo na mjestu zgrade za pripremu lapora i sirovina kao i stupova žičare sastoji od ovih slojeva:

— površinski slojevi su pretežno visokoplastične gline, teško gnječivog do polučvrstog konzistentnog stanja, i to do dubine cca 2,5 m. Iznimno na bušotinama S-3 ta je glina srednje plastičnosti, u gornjim proslojcima prelazi iz lako gnječivog u teško gnječivo konzistentno stanje do dubine od maks. 2,60 m, a zatim prelazi u polučvrstu laporastu glinu, odnosno na bušotini S-5 površinski je sloj prah glinoviti, koji prelazi u lapor polučvrstog konzistentnog stanja.

U dubljim slojevima nalazi se glina visoke plastičnosti, kao i laporovita glina srednje i male plastičnosti polučvrstog do čvrstog, a rjeđe teško



Sl. 1



Sl. 2

gnječivog konzistentnog stanja. U većini sonda javljaju se proslojci potpuno čvrstog lapora. Ti slojevi sižu do dna bušotina od 20 do 25 m. Treba napomenuti da se u sondama S-4 i S-6 na 4 m dubine nalazi proslojak glinovitog pijeska, odnosno sitnog prašinastog pijeska debljine cca 1,5 m. Tipičan sondažni profil bušotine S-3 prikazan je na sl. 2.

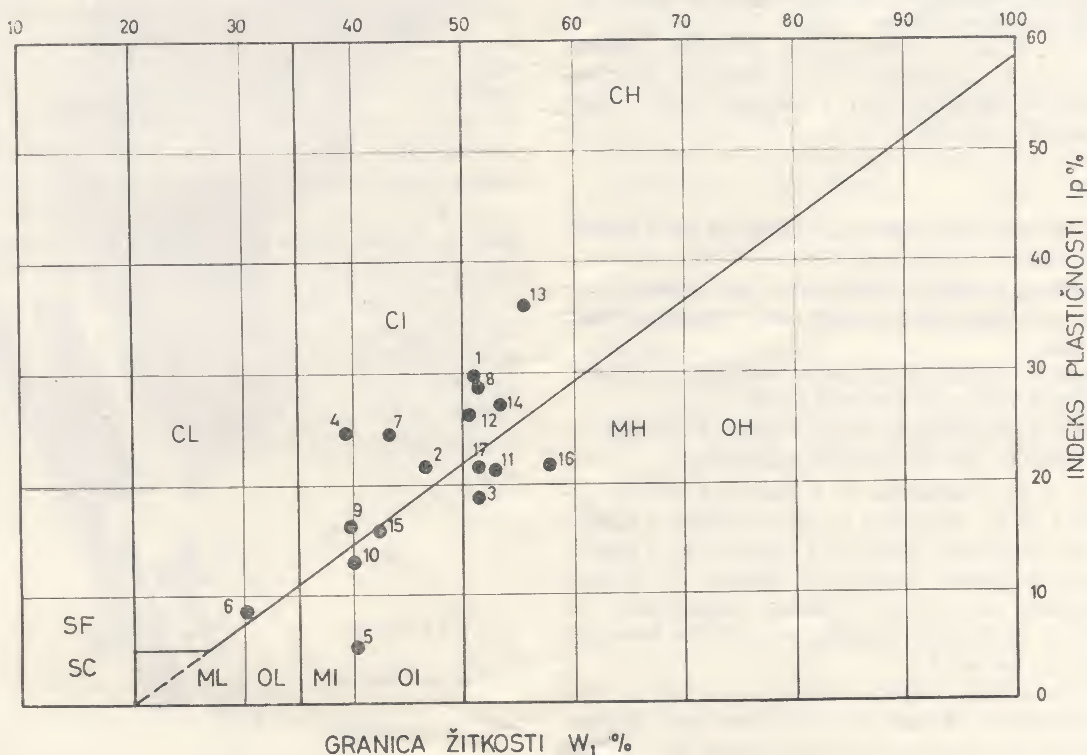
Laboratorijska ispitivanja

Laboratorijska ispitivanja obavljana na neporemećenim uzorcima materijala usmjerena su na upoznavanje i provjeravanje njihovih karakteristika. Rezultati klasifikacionih pokusa, kojima je provjerena terenska i utvrđena definitivna klasifikacija materijala, prikazani su uz sondažne profile. Slojevi gline pripadaju anorganskoj glini srednje do visoke plastičnosti i prašinastim malo glinovitim materijalima također srednje do visoke plastičnosti, što je vidljivo na dijagramu plastičnosti (sl. 3).

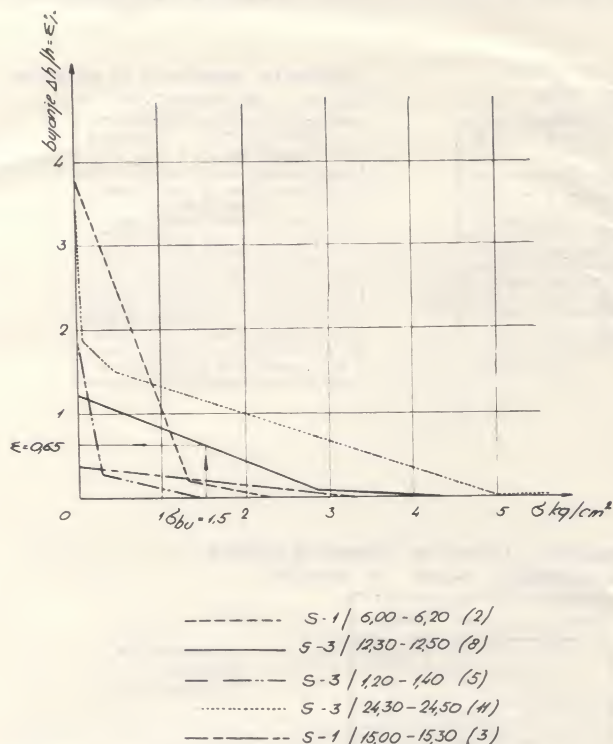
Provjeravanjem podataka prirodne vlažnosti, potvrđeno je, da se radi o materijalima s visokim vrijednostima indeksa konzistencije, tj. materijali su u polučvrstom i čvrstom konzistentnom stanju s čestim potpuno okamenjenim proslojcima.

Aksijalna čvrstoća karakterističnih neporemećenih uzoraka materijala u granicama je između 4,7 i 56,6 kg/cm², što dokazuje da se radi o čvrstim i okamenjenim materijalima.

Pri ocjeni materijala došlo se do zaključka da bi ovi glinovito laporasti materijali (djelomično prašinasti), koji se rasprostiru gotovo u svim slo-



Sl. 3



Sl. 4

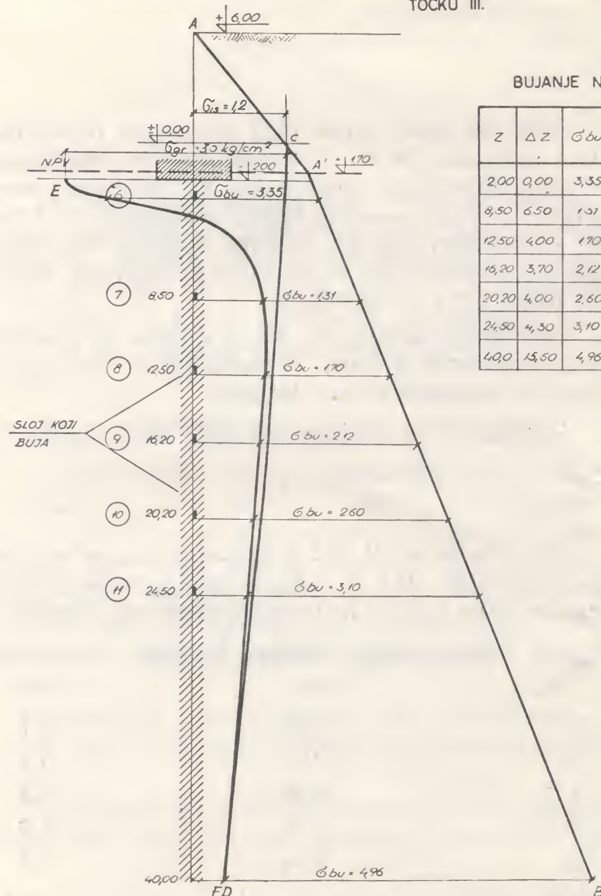
jevima ispod stope temelja, mogli biti skloni bujanju, pa su u tom pravcu usmjerena glavna ispitivanja. Neporemećeni uzorci opterećivani su u fazama, imitirajući stanje opterećenja kao i rasterećenja u prirodi.

U laboratoriju je usvojen slijedeći program ispitivanja za praćenje postupka deformacije:

Svi su neporemećeni uzorci ispitivani u edometrima promjera 70 mm i 20 mm visine. Uzorci su najprije opterećeni sa stvarnim opterećenjem od zgrade, uzimajući u obzir dubinu sloja i nivo podzemne vode. Nakon konsolidacije kod odgovarajućeg ukupnog opterećenja uzorci su bili potopljeni. Tada je napon smanjen za veličinu rasterećenja iskopom (δ is) i uzorak je ostavljen da buja. Nakon toga je opterećenje postepeno smanjivano ostavljajući da bujanje prestane, a u posljednjoj etapi uzorci su ostavljeni da bujaju bez opterećenja. Deformacije su mjerene nakon konsolidacije svake etape rasterećenja. Krivulje bujanja za pojedine karakteristične uzorke prikazane su na sl. 4.

Proračun bujanja

Raspodjela vertikalnih napona za proračun bujanja izračunata je za središnju tačku I i III, te za rubne tačke A, V i VII (sl. 1) rasterećenog područja oko tvornice.



BUJANJE NA MJESTU TOČKE III

Z	ΔZ	σbu	ε bu	ε bu sred	ε ΔZ	UZORAK
2,00	0,00	3,35	0,000	—	—	6
8,50	6,50	1,31	0,0024	0,0012	0,0078	7
12,50	4,00	1,70	0,006	0,0042	0,0168	8
16,20	3,70	2,12	0,0045	0,0052	0,0192	9
20,20	4,00	2,60	0,0020	0,0032	0,0128	10
24,50	4,30	3,10	0,0060	0,0040	0,0172	11
40,0	15,50	4,96	0,002	0,0031	0,0480	

Σ = 0,1218 m

VERTIKALNA NAPREZANJA OD GRAĐEVINE ZA SREDIŠNU TOČKU III.

z	b = 1,0 b/z	a = 1,6 a/z	i	σ = 3,0 σ₁ = 4 i σ
0	∞	∞	0,25	3,00
1,0	1,0	1,6	0,198	2,38
3,0	0,32	0,53	0,055	0,66
6,0	0,16	0,26	0,017	0,20
10,0	0,10	0,16	0,009	0,108
25	0,04	0,064	0,004	0,048
40	0,025	0,04	0,00	0,00

ODREĐIVANJE VERTIKALNIH NAPONA OD UTJECAJA RASTEREĆENJA ISKOPOM PO NEWMARK-u

točka	Z	N	σ_z
III	5	148	1,14
	10	142	1,15
	20	155	0,93
	30	127	0,69
	40	44	0,59

$\sigma_z = N \cdot 0{,}005\, \sigma_0$
$\sigma_0 = 1{,}20\ kg/cm^2$
$\sigma = 0{,}005 \cdot 1{,}2\ N$ ili
$\sigma_z = 0{,}006 \cdot N$

Sl. 5

VERTIKALNA, RASPODJELA NAPREZANJA ZA TOČKU V.

SLOJ KOJI BUJA

$\sigma_{bu} = 1,35$; $\sigma_{bu} = 1,20$; $\sigma_{bu} = 1,48$; $\sigma_{bu} = 1,90$; $\sigma_{bu} = 3,70$

BUJANJE NA MJESTU TOČKE V.

z	Δz	σ_{bu}	ε_{bu}	$\varepsilon_{bu\,sred}$	$\varepsilon \cdot \Delta z$	UZORAK
4,00	—	1,35	0,0033	—	—	13
6,70	2,70	1,35	0,0012	0,00225	0,00606	14
8,90	2,20	1,20	0,0045	0,00285	0,00628	15
14,20	5,30	1,48	0,0021	0,0033	0,01750	11A
19,20	5,00	1,90	0,0045	0,00330	0,01650	16
40,0	20,80	4,10	0,0005	0,0025	0,05200	

$\Sigma = 0,09834$ m

VERTIKALNA NAPREZANJA OD GRAĐEVINE ZA RUBNU TOČKU V.

z	b = 2,0 b/z	a = 10 a/z	i	σ = 3,0 kg $\sigma_i = i\,\sigma$
0	∞	∞	0,25	0,75
1,0	2,0	10,0	0,239	0,716
3,0	0,66	3,33	0,171	0,510
6,0	0,33	1,66	0,087	0,260
10	0,20	1,00	0,054	0,162
25	0,080	0,40	0,013	0,039
40	0,050	0,25	0,004	0,112

ODREĐIVANJE VERTIKALNIH NAPONA OD UTJECAJA RASTEREĆENJA ISKOPOM PO NEWMARK-u

točka	z	N	σ_z
V	5	7	0,042
	10	27	0,16
	20	51	0,31
	30	63	0,38
	40	65	0,39

$\sigma_z = N \cdot 0,005\ \sigma_o$
$\sigma_o = 1,20\ kg/cm^2$
$\sigma = 0,005 \cdot 12 \cdot N$ ili
$\sigma_z = 0,006 \cdot N$

Sl. 6

Na slici 5 i 6 prikazan je proračun za tačku III i V, gdje je:

δ gr = 3,0 kg/cm² — stvarna veličina kontaktnog opterećenja (od građevine i iskopa građevne jame) i to kod zgrade za pripremu sirovina i lapora, te kod žičare

δ gr = 2,0 kg/cm² — stvarna veličina kontaktnog opterećenja kod radionice i skladišta

δ is = 1,2 kg/cm² — prosječna vrijednost rasterećenja skinutog sloja lapora u laporolomu.

— Linija A—A'—B predstavlja napon u tlu od geološkog opterećenja, uzimajući u obzir visinu nivoa podzemne vode i stanje prije rasterećenja.

— Krivulje E—F predstavljaju napon u tlu za prokalnog naprezanja u tlu za promatranu tačku od rasterećenja iskopom lapora u laporolomu. Ta krivulja predstavlja uticaj rasterećnja na pojedine tačke koje se nalaze unutar (sl. 5) i izvan (sl. 6) zone iskopa. Račun je proveden po Newmarku.

— Krivulj E—F predstavljaju napon u tlu za promatranu tačku od kontaktnog opterećenja građevine (uzimajući u obzir opterećenje od građevine i rasterećenje od iskopa temelja).

Znači da ćemo napon (δ_{bu}) pod kojim materijal buja naći tako da na dijagramu napona smanjimo veličinu geološkog opterećenja za veličinu rasterećenja nastalu iskopom lapora u laporolomu i tako smanjenom naponu dodamo napone od kontaktnog opterećenja; to je razlika dobivena između linija EF i A—A'—B.

Specifično bujanje ε_{bu} tla u dubini (z) nađeno je iz priloženih krivulja bujanja (sl. 4), kao ordinata za određeni napon bujanja.

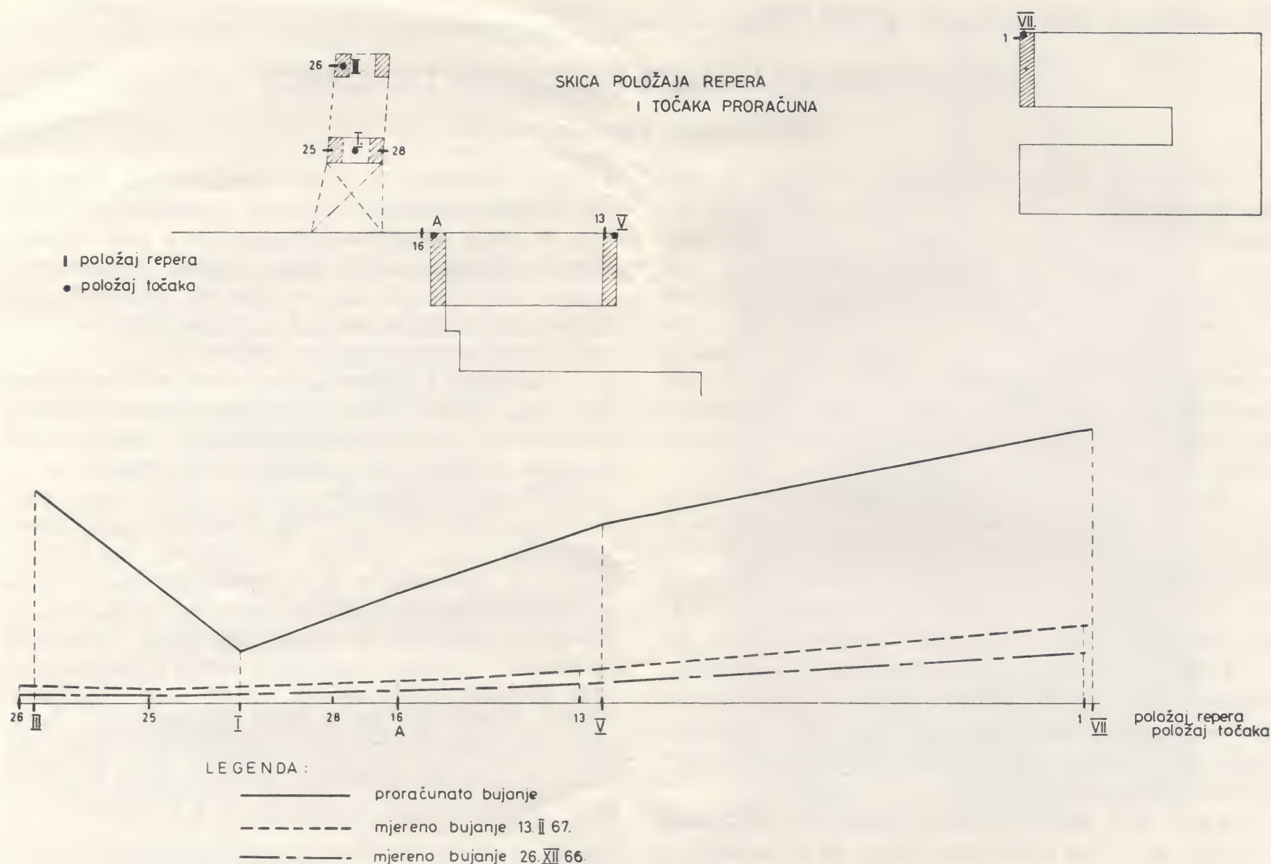
Bujanje sloja debljine Δz računamo iz izraza:

$$\frac{\varepsilon_{bu1} + \varepsilon_{bu2}}{2} \times \Delta z.$$

Kao što je na sl. 5 i 6 prikazan proračun bujanja za tačke III i V, tako su na taj način proračunate tačke I, VII i A, te su dobiveni ovi rezultati:

Tačka	Proračunata veličina bujanja (cm)	Mjerena cm
I	2,82	0,9
III	12,18	1,1
VII	14,99	4,3
V	9,83	1,7
A	6,04	1,2

(Položaj tačaka za koje je obavljen proračun vidljiv je na sl. 7).



Sl. 7

Geodetska osmatranja

Na svim građevinama gdje su primjećena oštećenja ugrađen je niz repera u cilju mjerenja vertikalnih pomaka. Osmatranje pomaka na tvorničkim zgradama obavljeno je preciznim nivelmanom s tačnošću $\pm$ 1 mm. Ukupno je ugrađeno 28 repera. Na sl. 7 prikazani su podaci pomaka za 5 repera.

Interpretacija rezultata ispitivanja i proračuna

Analizirajući rezultate ispitivanja i proračuna nameće se zaključak, da je uzrok pojavi pukotina na tvorničkim zgradama bujanje glinovitih laporastih materijala, koji se rasprostiru na većoj dubini ispod temelja, što je nastalo kao posljedica regionalnog rasterećenja od skidanja sloja lapora prosječne visine 6 m (otvaranjem novog laporoloma).

Geodetska osmatranja na nizu ugrađenih repera slažu se po redu veličine s rezultatima proračuna.

Geodetska su osmatranja počela tek od septembra 1966. god., tako da uzdizanja nastala od početne faze rasterećenja (god. 1963/64) nisu obuhvaćena, pa je u svakom slučaju ukupna veličina uzdizanja od početka rasterećenja tla iskopom znatno veća od mjerene. Isto su tako i uzorci dobiveni sondiranjem bujali u tlu prije nego su ispitani u laboratoriju. Proces bujanja kao i proces konsolidacionog slijeganja malo propusnih materijala traje veoma dugo vremena. Zato će se računate veličine bujanja vjerojatno postići na tim tačkama tek nakon više godina.

Najveća bujanja mjerena su na reperima 1, 2, 13, 16 i 27 koji po položaju odgovaraju tačkama VII, V, A i III, za koje je uzdizanje dobiveno proračunom bujanja. Na tim su mjestima i opažena veća oštećenja.

Oštećenja koja su se do sada pojavila na zgradama za pripremu sirovine i lapora nisu ugrozili njihovu stabilnost. Jača oštećenja pojavila su se na jednom dijelu prizemne radionice, koji je od ljeta 1966. van upotrebe.

Bušenje za ova ispitivanja izvelo je poduzeće Geotehnika iz Zagreba, a uzorci su ispitani u laboratoriju Instituta »Geoexpert« — Zagreb.

S naših i inostranih gradilišta

MINHENSKO GRADILIŠTE PODZEMNE ŽELJEZNICE

Ing. Dragutin Kovačec, Zagreb

»Najveće i najkompleksnije gradilište Evrope na kojem rade gotovo svi evropski narodi, a dolaze ga vidjeti svi narodi svijeta«, tako ga je nazvao 70-godišnij viši građevni savjetnik Dr Ing. Füsinger, koji je pedesetorici inženjera i tehničara iz Hrvatske, Bosne i Hercegovine i Slovenije pokazao najkarakterističnije detalje građevinskog zahvata započetog 1. veljače 1965, a koji će biti završen za Olimpijadu u Münchenu. Ukupno 35 km podzemne trase bit će konačno dovršeni do 1990. godine (v. sl. 1).

Na dubini 5—8 m nalaze se slojevi s podzemnom vodom. Teren u kojem se radovi izvode je detaljno sondiran. Počelo se unazad 80 godina. Postoje podaci za svakih 50 m trase do dubine 35 m, da se ne dogode neugodna iznenađenja, na 27 m dubokoj niveleti podzemnih zahvata (v. sl. 2).

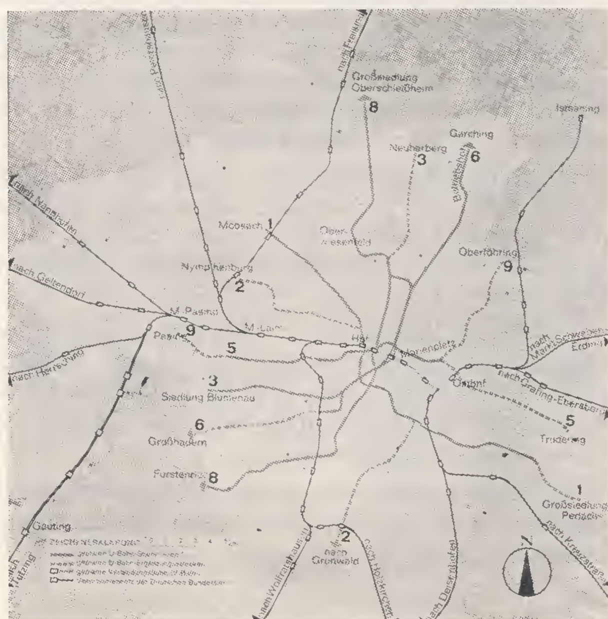
Prije 30 godina (1937-38) bila je započeta izgradnja brze podzemne linije ispod Münchena u pravcu sjever—jug. Početkom rata 1939. obustavljeni su ti radovi, iako je dio tunela na Goethe-platzu bio gotov.

Kako su u okolini Goethe-platza bile smještene klinike, to je taj tunel preuređen za sklonište. To preuređenje sastojalo se u izvedbi poprečnih pregrada i sekundarnih skloništa protiv djelovanja bombi. Tunel je 4 puta pogođen bombama i sve kuće u okolini su srušene, pa su nakon rata svu šutu od ruševina ubacili u taj tunel-sklonište.

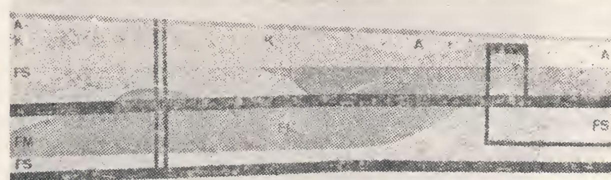
Os novoprojektiranog tunela tačno je pala na mjesto tunela-skloništa, te se postavilo pitanje, da li njega iskoristiti ili ispod njega izvesti novi tunel. Naime, pitalo se u kakvom je stanju taj tunel koji je, osim svega navedenog, bio i pod vodom. Nije li jeftinije raditi drugi negoli raščišćavati ovoga? Odlučilo se, da se iskoristi postojeći, jer metode injektiranja mogu i za slučaj oštećenja dovesti tunel u odgovarajuće stanje.

U roku od 4 mjeseca, uz trošak od 1 miliona DM, taj je tunel očišćen i saniran, poprečni zidovi su srušeni i injektiranjem je uspjelo tunel urediti da bude potpuno suh (zahtjev elektronike!).

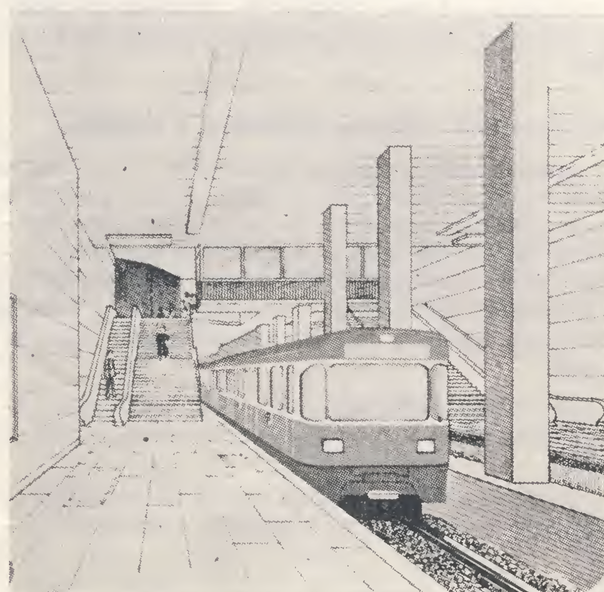
Sredinom ožujka ove godine upravo smo prisustvovali otvorenju prvog kolodvora podzemne željeznice, koji je učinjen korištenjem tog tunela. Dobro će doći znatno veći profil tunela, diktiran gabaritom električne željeznice onog doba, koji će omogućiti ugradnju i trećeg rezervnog kolosijeka na kojem će stajati rezervni vlakovi čekajući veći broj posjetilaca sa stalnih izložbi na Teresien-Wiese. Visina od 7,90 m, iako nije potrebna (osim toga smanjila je debljinu »mesa« nad tunelom) dobro će doći da se smanji pritisak zraka koji nastaje uslijed velike brzine vlakova (80 km/h).



Sl. 1



Sl. 2



Sl. 3

Stepenice i pomične stepenice (koje su kapaciteta za sve putnike jednog vlaka) vode do hala biljeternica i do pothodnika za pješake. Zidovi i stropovi su oploćeni s perivim pločama, koje ujedno apsorbiraju buku. Na zidovima su predviđene različite informacijske table i vozni redovi (v. sl. 3).

Veliko gradilište na münchenskom »Stachusu« (Karlsplatzu)

U sklopu buduće podzemne željeznice u Münchenu ujedno se uređuje »Stachus«, jedan od najvećih trgova i s najvećim prometom u Evropi. Sutrašnji saobraćaj traži drugačije rješenje u centru Münchena, pa se zbog toga organiziralo jedno od najvećih gradilišta Evrope, koje će München učiniti ljepšim i modernijim (v. sl. 4 i 5).

To uređenje traži zbog toga da se građani Münchena u mnogočemu odreknu svojih navika. Pet katova treba položiti i izgraditi u dubinu. Jedan kat je za pješake, jedan za utovarivanje i opskrbu trgovačkih kuća, ispod njega slijedi kat za podzemne garaže, dalje je četvrti kat za kolodvore i konačno etaža podzemne željeznice, koja će biti izbušena kao dvije podzemne cijevi.

Čitavo podzemno zdanje počiva na 50 glavnih podupora i potpornih zidova. Na prednapetim pločama će biti položena komunikacija. Predviđeno je da bi podupornji, zidovi i ploča bili dovršeni do jeseni, kako bi se kroz zimu mogli radovi normalno nastaviti. Osim toga, dovršenjem ploče trg će odmah biti sposoban da primi nadzemni saobraćaj, a radovi u podzemnim katovima će se dalje nastaviti. Podupornji i zidovi će se dalje graditi kat po kat, jednako kao i odgovarajuće ploče.



Sl. 4

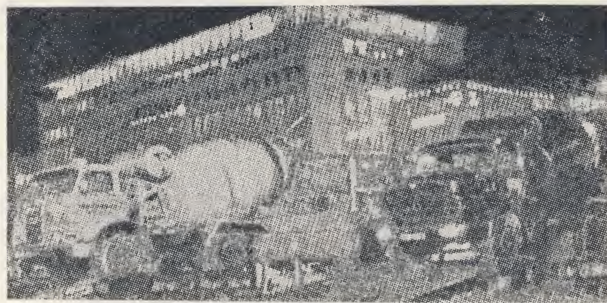


Sl. 5

Genijalna građevinska metoda koja je ovdje primijenjena, omogućila je dobre radne okolnosti, i treba biti dosljedno provedena. Naime, treba uzeti u obzir da je vrlo delikatna izvedba ovih radova, jer je vezana za potpunu sigurnost okolnih



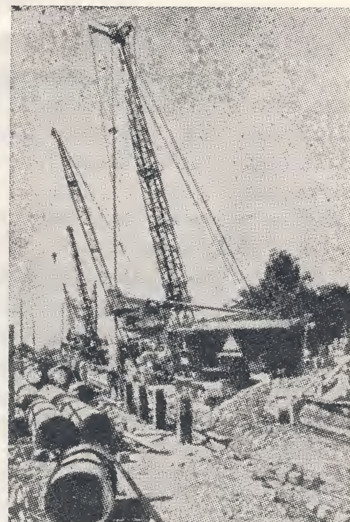
Sl. 6



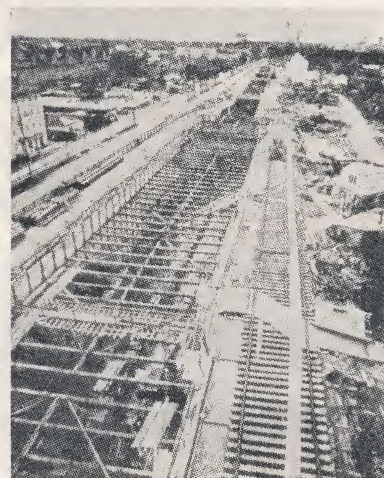
Sl. 7



Sl. 8



Sl. 9



Sl. 10

zgrada. Da bi se zaštitila građevna jama, ona je opkoljena sa smrznutom zemljom do 35 m dubine. Ova smrznuta barijera ujedno je idealna zaštita protiv proboja temeljne vode. Ovaj način izvedbe sa smrzavanjem okolnog zemljišta, prvi puta je u praksi upotrebljen u Njemačkoj.

Za opskrbu betonom postavljena je tvornica betona sistema Stetter 1000-S (vidi sl. 6, 7 i 8).

Izvedba u otvorenoj građevnoj jami

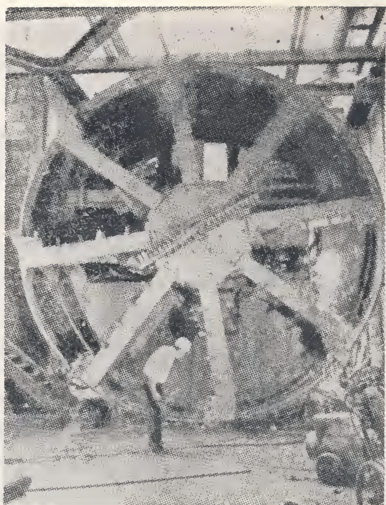
U širokim ulicama gdje je bilo moguće samo djelomično ometati cestovni saobraćaj mogao se koristiti jednostavan način izvedbe tunela, poglavito kolodvora, izvedbom u otvorenoj građevnoj jami. Kod takvog načina izvedbe moguće je uz određene uslove održavati gotovo puni saobraćaj. Nepovoljno je da se prije zahvata trebaju preložiti svi opskrbni vodovi van buduće građevne jame. Tek iza tog nemalog zahvata moguće je započeti »Minhenskim načinom« izvedbe: Prvo se izvode 18 m dugi nosači za vertikalno ukrućenje građevne jame, i to na svaka 2,5 m (v. sl. 9). Ti se nosači umeću u izbušene rupe, a nakon izvedbe će biti hidrauličnim načinom izvučeni i na daljnjem dijelu trase upotrebljeni. Nakon toga se otvori građevna jama. Jasno da je napredovanjem iskopa treba osigurati horizontalnim ukrućenjem za odnosni pritisak zemlje.

Na slici 10 vidi se takvo gradilište dugo 175 m, išroko 20 m, duboko 16 m.

Podzemna izvedba metodom štita

Računica je pokazala da je znatno jeftinije (25—30%) ako se radi na tunelski način nego rad u otvorenoj građevinskoj jami. Glavno poskupljenje kod otvorene građevinske jame predstavljali su troškovi preloženja instalacija i kanalizacije. U predjelu univerziteta, na kojem se radovi privode kraju, troškovi izvedbe stajali su 40 miliona DM. Na spomenutom dijelu i iz geoloških razloga (tvrda glina koja se na zraku pretvara u prah), ne bi bilo moguće niti raditi s otvorenom građevinskom jamom. Sam štit je promjera 6,35 m u obliku okrugle cijevi koja završava s kotačem koji se okreće u smjeru kazala na satu i čiji plosnati i šiljati zubi režu materijal, napredujući pod pritiskom (v. sl. 11).

Na dubini od 4—5 m nalazi se temeljna voda, te su na svakih 25 m učinjeni negativni bunari u koje se ta voda odvodi. Sam štit je američke proizvodnje (stajao je 2,5 milijuna DM).



Sl. 11

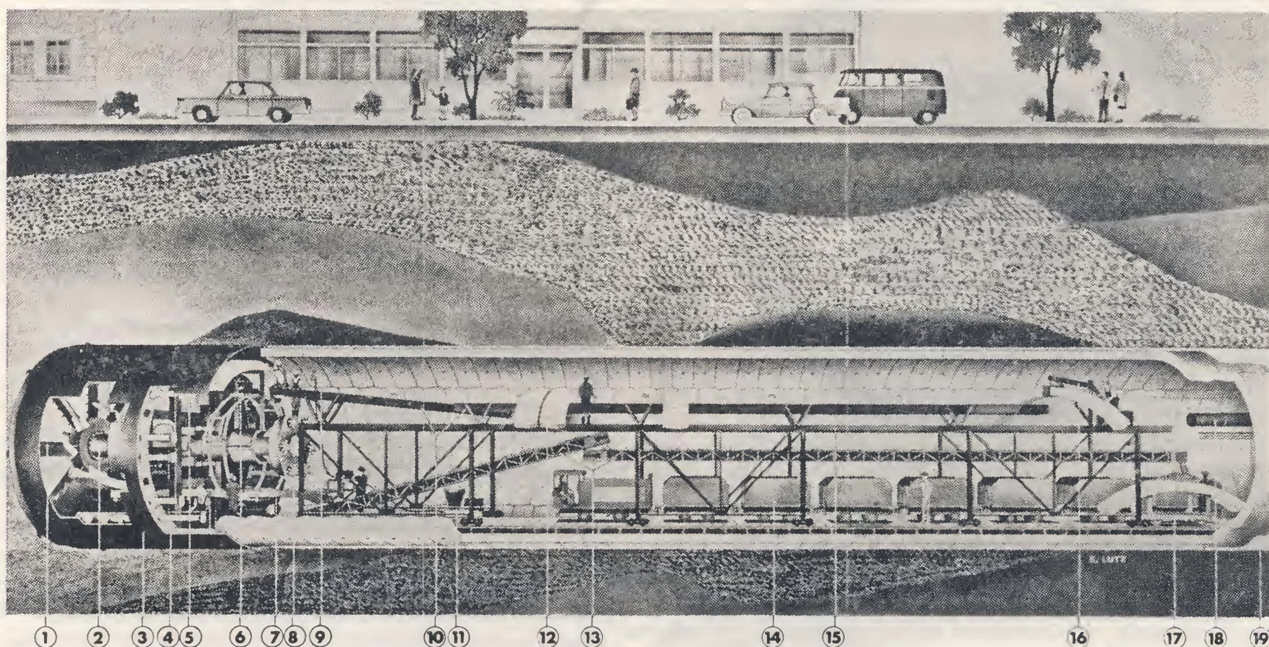


Sl. 13

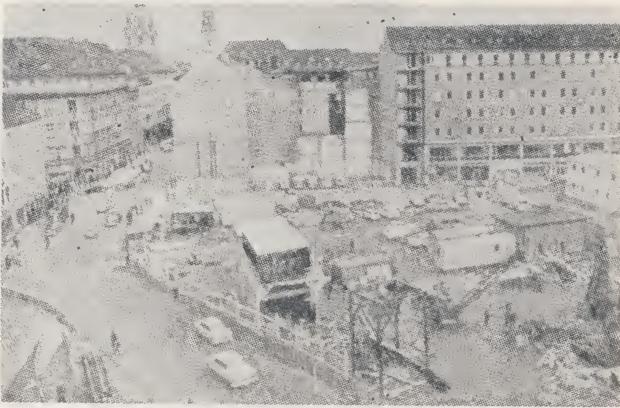
Radovi se izvode u dvije smjene i napreduju i do 17 m dnevno. Za tačnost napredovanja rukovodilac štita ima komandnu kabinu, kao na podmornici, te s dalekozorom kontrolira, gledajući na repere pozadi, tačnost napredovanja u pravcu trase. Uspjeli su na ovoj dionici, dugačkoj 550 m, da se os iskopa s osi trase poklopi s odstupanjem od svega 12 mm, iako je prema američkom prospektu za tu dužinu dozvoljeno odstupanje od 3,5 cm. Jedine poteškoće na koje se nailazilo bili su kameni samci, koje je bilo potrebno ručno odstraniti.

Čitavu tehnologiju izvedbe tunela sistemom štita najbolje će nam prikazati sl. 12 na kojoj vidimo: 1. kotač na kojem su zupci za rezanje, 2. osovina za pokretanje kotača, 3. omotač samog štita, 4. hidrauličke preše, 5. kotač za vođenje, 6. uređaji za smještavanje betonskih oklopa tzv. »Tibinga«, 7. transporter za odvoz materijala, 8. hidraulika zvjezdasto poredana, 9. uređaj za ispunjavanje šupljina, 10. valjkasti transporter za transport »Tibinga«, 11. tlačna pumpa za mort, 12. »Tibing«, 13. transporteri, 14. vlak za šutu, 15. pokretna radna skela — platforma, 16. dizalica za podizanje »Tibinga«, 17. kolica za transport »Tibinga«, 18. cijev za zračenje, 19. tlačni mort.

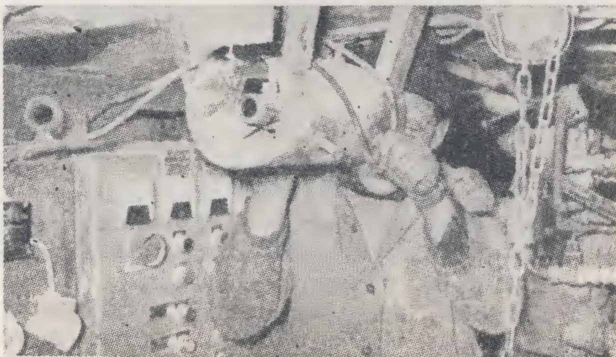
Sam štit ima vanjski promjer od 6,72 m, dug je 5,40 m, a izveden je od čeličnih ploča 25—50



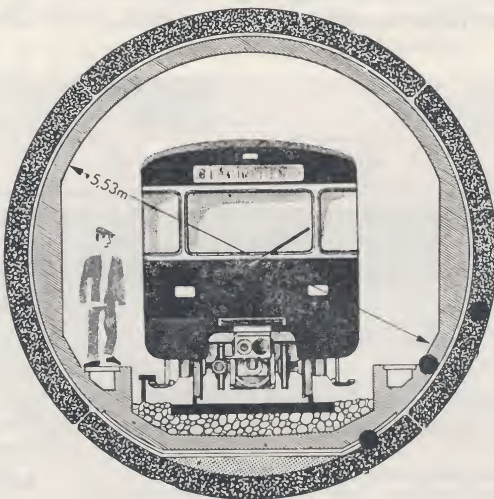
Sl. 12



Sl. 14



Sl. 15



Sl. 16

mm debljine. Omotač štita izrađen je u Njemačkoj. Komplicirana mehanička postrojenja, kao i preše za pomicanje, proizvedene su u Americi, a montirane su na licu mjesta. Čitava konstrukcija štita teška je cca 120 tona.

Vrtnja osovine kotača je sa 6 hidrauličnih zvjezdastih motora (koji na slici nisu vidlljivi), sa 500 KS. Ekipa se sastoji od 24 radnika.

Preše koje potrebnim pritiskom pokreću štit unapred, imaju hod od 110 cm, što omogućava ugradnju »Tibinga« širokog 75 cm (v. sl. 13).

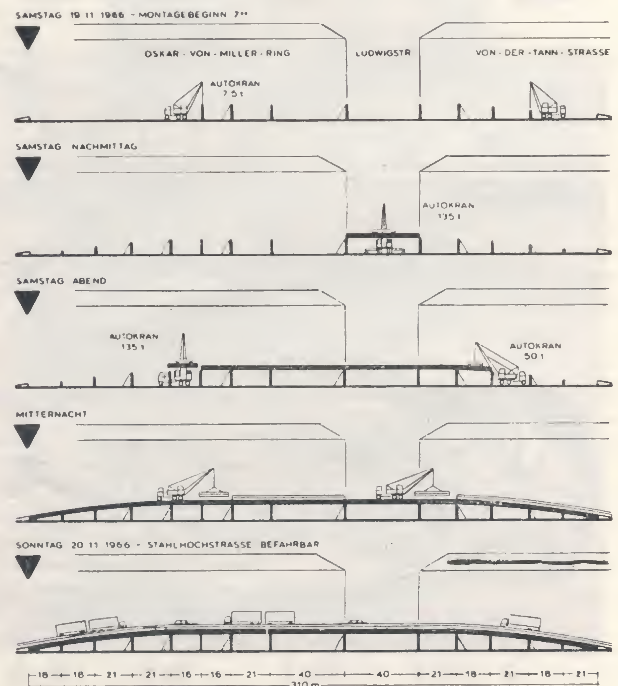
Na vrlo skučenom prostoru štita smješteni su svi komandni uređaji kao i uređaji za kontrolu napredovanja iskopa.

Na slici 15 vidimo način kontroliranja kretanja štita.

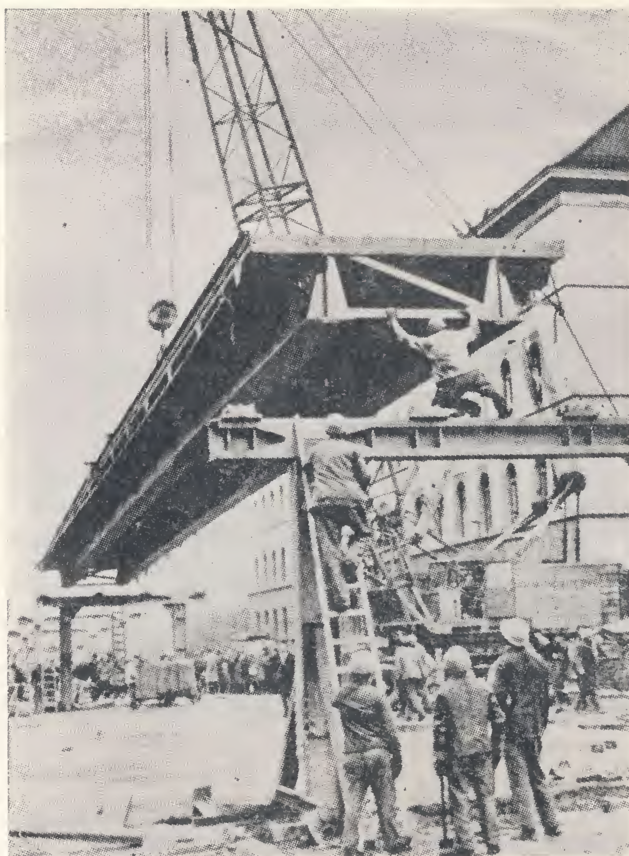
Slika 16 pokazuje nam dovršeni tunelski profil. Vide se četverodjelni prefabricirani armirano - betonski »Tibinzi« — unutarnja betonska obloga i izolacije.

Prvi münchenski čelični nadvožnjak

Da se pri izgradnji ne bi spriječavao nužni promet bilo je potrebno pokrivanje gradilišta pločama koje omogućavaju komuniciranje odnosno premoštavanje za gradski saobraćaj. Iz tog je razloga i predviđena izgradnja jednog čeličnog nadvožnjaka preko ulice. Taj čelični nadvožnjak izrađen je u tvornici, dovezen na gradilište i montiran od 19. na 20. novembra 1966. godine. 310 m dugački montažni nadvožnjak, koji je formirao visoku čeličnu cestu, izrađen je iz prefabriciranih i tipiziranih nosača i za 24 sata je bio montiran



Sl. 17



Sl. 18



Sl. 19

(v. sl. 17). Nadvožnjak je izrađen prema propisima za osovinski pritisak od 13 t, dakle za teško opterećenje.

Prije same montaže jedna Münchenska firma za niskogradnje izvela je temelje. Montaža je počela u subotu 19. 11. u 6 sati s postavljanjem 14 teških okvirnih potpornja. U 14 sati bio je postavljen srednji mosni nosač od 59 tona, pomoću jednog autokrana, na čelične potpornje. Iza toga slijedila je montaža paralelno na obje strane, i bila je do večeri završena. Slijedećg jutra završilo se s ostalim dijelovima, ogradama itd. Na kraju su postavljene pristupne čelične rampe (v. sl. 18 i 19).

Građevni materijali

PROIZVODI OD EKSPANDIRANOG POLISTIRENA I POLIETILENA U GRAĐEVINARSTVU

U organizaciji Organsko kemijske industrije (OKI) iz Zagreba, održano je 2. februara 1967. u Radničkom sveučilištu »Moša Pijade« u Zagrebu Savjetovanje o primjeni proizvoda od ekspandiranog polistirena i polietilena u građevinarstvu.

Svrha je savjetovanja bila da upozna naše građevinare, arhitekte i projektante iz projektnih organizacija i građevinske operative s proizvodnim programom i razvojem prerade plastmasa u okviru OKI-a, namijenjene za potrebe građevinarstva.

Na savjetovanje su bili pozvani predstavnici Sekretarijata i Savjeta za građevinarstvo, Privrednih komora, arhitektonsko-projektnih biroa, građevinskih poduzeća ,vojno-građevinske direkcije, građevinskih instituta, urbanističkih zavoda i instituta, arhitektonskog fakulteta i zavoda za ispitivanje materijala, te stručnjaci OKI-a.

Skoro svi pozvani odazvali su se pozivu i time potvrdili aktualnost teme i potrebu savjetovanja. Tako je na savjetovanju prisustvovalo preko 150 učesnika iz 90 raznih organizacija. Pod predsjedništvom Ing. Miščevića iz Urbanističkog instituta SR Hrvatske održana su slijedeća predavanja:

»Primjena polietilena i polisterena u građevinarstvu« — Ing. Eles-Ljubić Vlasta — OKI

»Mogućnosti korištenja plastičnih masa u arhitektonsko-urbanističkoj djelatnosti« — Prof. Ing. Neuhardt Juraj — Arhitektonski fakultet Sarajevo

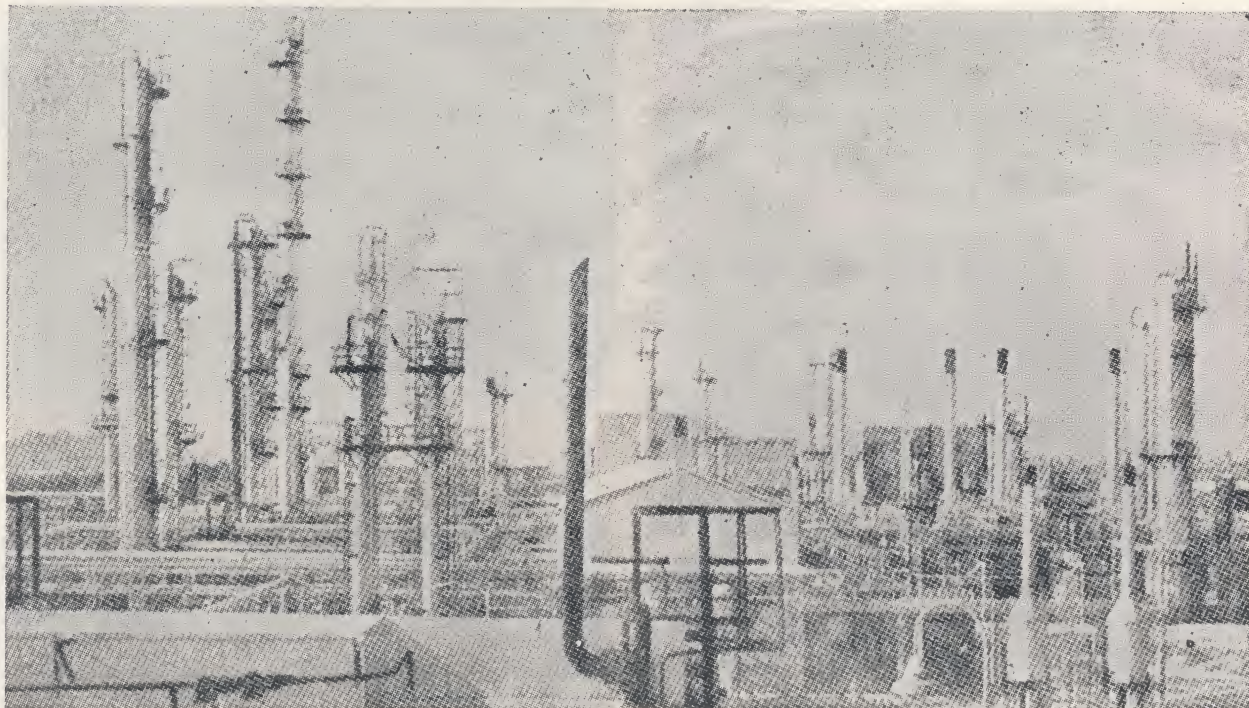
»Svojstva Okirola E« — Ing. Šljivić Dušan — OKI

»Primjena polietilena i polistirena u građevistvu« — Ing. Eles-Ljubić Vlasta — OKI

Predavanja su bila popraćena s nekoliko filmova, koji su u koloru ilustrirali primjenu ekspandiranog polistirena. Tu su među inim potvrđeni i navodi iznešeni u prethodnim predavanjima, kako se ekspandirani polistiren jednostavno ugrađuje i kako nakon 14 godina stajanja na krovu jedne zgrade ostaje potpuno nepromijenjen.

Uz predavanja i filmove bila je organizirana i izložba o primjeni polietilena i polistirena u građevinarstvu. U organizaciji izložbe sudjelovala je i firma Deutsche Frigolit Werke GmbH Worms iz Zapadne Njemačke.

Nakon predavanja i razgledavanja izložbe razvila se živa diskusija u kojoj su stručnjaci OKI-a



Sl. 1: Pogled na OKI

davali odgovore na niz pitanja zainteresiranih korisnika, a s druge strane date su sugestije za kompletiranje asortimana, na čemu se u međuvremenu već intenzivno radi.

Učesnici savjetovanja dobili su brošuru, u kojoj je ,osim predavanja Ing. Eles-Ljubić i Ing. Šljivića, publiciran i napis Ing. Srećka Štefanca: »Ljepila za ekspandirani polistiren u građevinarstvu«. U brošuri je nadalje data informacija o Organsko kemijskoj industriji, informacija o standardima s tog područja, izvještaj Zavoda za raziskavo materijala in konstrukcij iz Ljubljane o ispitivanju plastične žbuke »Teraplast« (»Samoborke« Samobor), nanešene na ploče izrađene iz Okirola E, te bibligrafski podaci i pregled štampanih materijala za potrebe obrazovanja u OKI-u.

Organiziran je pregled tvornice. Učesnici su s interesom razgledali instalacije i Institut tvornice



Sl. 2: Proizvodi OKI-a za građevinarstvo

OKI, koja spada, ne samo među najnovije i najsuvremenije, nego i među najljepše u državi.

Svi učesnici su izjavili da je savjetovanje ispunilo njihova očekivanja kao početni kontakt s građevinarstvom i da tu akciju treba i dalje sistematski provoditi. I s programom su bili zadovoljni i predlažu da slijedeća savjetovanja obrade detalje proizvoda i njihove primjene. Za buduću suradnju predlažu kontakte s građevnim poduzećima u čitavoj državi, konstantnu službu informiranja i propagande, stručnu literaturu, permanentnu izložbu, demonstracionu grupu, publiciranje u stručnim časopisima, predavanja u društvima inženjera i tehničara, savjetovanja na terenu, te praćenje rezultata primjene u praksi. Za proširenje programa predlažu ploče za ravne krovove, dekorativne ploče, razne obloge, finalne panoe za oblogu zida umjesto žbuke, elemente za ugrađivanje obložene plastikom, trake za pokrivanje, fitinge manjih dimenzija i sl.

Na većini problema koji su izneseni kao prijedlozi, u OKI-u se već intenzivno radi. Međutim, oni još nisu definitivno rješeni, jer većina problema zahtijeva dugotrajne pokuse. Međutim, savjeti učesnika su ipak dragocjeni, jer ne samo da daju inizijative za nove akcije, nego istovremeno potvrđuju da je ispravan put i način na koji se sada radi.

Tako se iz svega može zaključiti, da su zadovoljni i posjetioci i poduzeće, te da je ovo savjetovanje postiglo svoj cilj.

Ing. Marijan Doljak

Kratke vijesti

NOVI SAD. Na osnovu raspoloživih statističkih podataka i izvještaja o ugovorenim radovima u ovoj godini, građevinska poduzeća u AP Vojvodini najviše su angažirana u stambenoj izgradnji.

Od ugovorenih radova u ovoj godini u ukupnoj vrijednosti od 478 milijuna novih dinara (prema podacima za prvi kvartal) više od polovine otpada na stambenu izgradnju.

ZAGREB. Ubuduće će zemljište za stambenu izgradnju odobravati općine korisnicima putem natječaja, ako se usvoji nacrt republičkog zakona o uređenju i korištenju građevinskog zemljišta. Taj stav je inicirala i podržala i Stalna konferencija gradova. Predloženo rješenje izazvalo je, međutim, nemalu zabrinutost u mnogim građevinskim poduzećima. Većina ih je protiv natječaja.

Građevinari predlažu da se natječajem dodjeljuju samo površine u već izgrađenim naseljima, gdje postoje vodovod, kanalizacija i sve druge komunalije, dakle kad je riječ o tzv. gradskim interpolacijama. Na novim površinama namijenjenim izgradnji, komune bi trebale zemljište davati poduzećima i dalje neposrednom pogodbom.

Predlagači zakona su na prvo mjesto ipak stavili natječaj, a nabrojili su iznimne slučajeve kad se može odstupiti.

U cijenu po kojoj općine ustupaju zemljište uračunati su troškovi za njegovo komunalno uređenje. To je početna cijena na licitaciji. Ako investitori plate više, općine će razliku upotrijebiti za daljnje uređenje novih građevinskih zemljišta.

No, jasno je ovo: ako se zemljište daje natječajem dobit će ga onaj koji ponudi najpovoljniju cijenu; a to praktično znači kraj monopola »općinskih« građevinskih poduzeća na izgradnju u »svojim« općinama.

Za stodvadeset građevinskih poduzeća u Hrvatskoj nema mjesta na tržištu i dobru većinu zabrinjava prestanak automatskog dobivanja poslova. Vjerojatno je, da će novi stanovi biti jeftini ako ih budu gradila sposobnija poduzeća.

SARAJEVO. Na području Novog Sarajeva u toku je vrlo živa stambena izgradnja. Sarajevo, u stvari, raste najviše na području ove općine. Prostranim Sarajevskim poljem nikao je čitav novi, moderan grad, najprije naselje Grbavica I i II, zatim Čengić vila, pa Švrakino selo. Ove će godine najviše novih stanova biti završeno kod Podvožnjaka, a zatim Aneksa, Pofalića, u ulici Vojvode Putnika i ulici Živka Jošila. Računa se da će u ovom dijelu grada biti do kraja 1967. godine gotovo 1100 stanova. Obavljene su pripreme za izgradnju novih 1200 stanova, uglavnom u naselju Hrasno.

BEOGRAD. Beogradska udružena banka namjerava odobravati kredite za uređenje zemljišta, koje bi dobivali direkcija za uređenje, građevinska i stambena poduzeća i stambene zadruge.

Prvenstveno će se kreditirati priprema zemljišta u novim stambenim naseljima i blokovima i na onim terenima gdje se grade stanovi za tržište.

Kredit se mora vratiti po završetku stambene izgradnje, a u slučaju da izgradnja nije započeta, rok je 18 mjeseci. I građevinskim poduzećima, koja grade stanove za tržište, rok je 18 mjeseci za povrat kredita.

Oni građevinari koji ponude najnižu cijenu stana po kvadratnom metru, kraće rokove izgradnje i grade stanove za prodaju građanima putem kredita, imat će prvenstvo u dobivanju kredita, ali uz uvjet da s Beogradskom udruženom bankom obavljaju i druge poslove. Za kredit koji se dobiva na osnovu garantnih pisama kupaca — stanara plaćaju se kamati od 4%, a za ostali kredit 6%.

PULA. Dosta dugo je u Istri i Slovenskom primorju poznato, da je za brži turistički razvoj područja najbližih granici s Italijom nužna suvremena prometna arterija. Sadašnja cesta Pula—Koper (koja se smatra nastavkom Jadranske magistrale) ne može priktički odolijevati naletu turističkih i drugih vozila. Građena je, naime, prije 30 godina za terete do 8 tona, a sada njome prolaze vozila i sa 40 tona.

Prvobitne zamisli da se sadanja cesta rekonstruira »pale su u vodu« pred podacima o broju automobila koji njome saobraćaju, osobito ljeti u glavnoj turističkoj sezoni.

Stoga su stručnjaci za ceste Hrvatske i Slovenije, zainteresirane komune i ostali faktori odlučili graditi turističku autostradu novom trasom od graničnog bloka Škofije preko Kopra u Pulu. Ta autostrada bila bi duga 110 km. Sadanja cesta ostala bi i dalje kao sekundarna saobraćajnica.

Slovenski stručnjaci su sačinili idejni projekt za tu autostradu na području Slovenskog primorja. Zajednica za ceste Hrvatske naručila je takav elaborat za autostradu kroz Istru do Pule.

Autostrada se projektira u suglasnosti s talijanskim stručnjacima (u Italiji su radovi već počeli na potezu Trst—gračani blok Škofije).

Autostrada će biti dvosmjerna sa 4 široke asfaltne trake i po njoj će se, predviđeno je, vozila moći kretati i brzinom od 120 km na sat.

Gradnja ceste bi se uglavnom financirala inozemnim kreditom. Prvi proračuni pokazuju da bi radovi koštali nešto više od 50 milijuna dolara. Predviđa se da će dio sredstava dati Slovenija i Hrvatska, republičke i regionalne banke i privreda.

TUZLA. Izgradnja moderne automobilske ceste Bijeljina—Tuzla preko Ugljevika i Priboja, koja će

biti kraća od ceste za Tuzlu preko Brčkog i Zvornika za 30 km, počela je proljetos. U radovima dobrovoljno sudjeluju i mještani podmajevičkih sela.

ZAGREB. Prošle godine su jugoslavenska građevinska poduzeća radila u 36 zemalja Afrike, Azije i Evrope. Proljetos je u Zagrebu održan sastanak odbora za izvođenje investicionih radova u inozemstvu (koji djeluje u sastavu Privredne komore SR Hrvatske). Na sastanku je bilo naglašeno da su suradnja i međusobni dogovori građevinskih poduzeća ipak krenuli sa »mrtve tačke«. Savjetu za građevinarstvo Savezne privredne komore pošlo je za rukom da građevinska poduzeća obavezno prijave svaki kontakt s inozemnim partnerom. Kad za jedan isti posao stignu dvije, ili tri prijave, Komora je u mogućnosti da sva poduzeća o tome informira, da ih uputi jedne na druge, tako da se poduzeća dogovore već u zemlji koje od njih ima najbolje uvjete da »prođe« u oštroj međunarodnoj konkurenciji.

No, od tog prvog koraka — koji je u svakom slučaju već donio dosta — valjalo bi ići dalje. Od suradnje unutar i izvan republičkih granica, koja se sada uglavnom odvija na »nivou« komora, savjeta i samo dogovara, sada treba prići čvršćem poslovnom povezivanju među samim udruženjima i poduzećima koja rade izvan granica SFRJ.

Zajedničko ispitivanje tržišta (koje bi u tom slučaju bilo dobro organizirano i studioznije provedeno) puno bi donijelo. Pojedinačno, nesistematsko i neorganizirano ispitivanje tržišta — kako se sada uglavnom obavlja — ima za posljedicu trošenje velikih sredstava za sumnjive podatke i informacije, koje su često i dezinformacije, što daje povoljnu šansu konkurentu.

R. P.

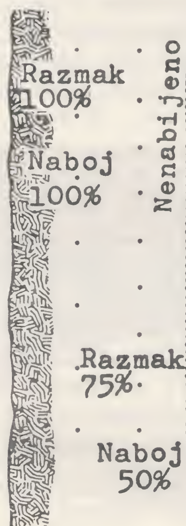
Iz inozemnih časopisa

KONTROLIRANO MINIRANJE

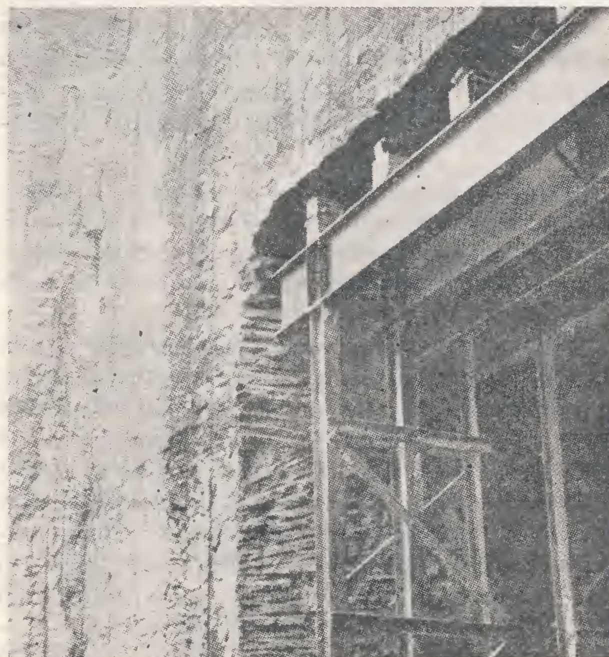
(Pit & Quarry, February 1967)

Kontrolirano miniranje predstavlja metodu kojom se utječe na površinu otpucavanja i na opseg prekoprofilskog iskopa. Ovakvo miniranje je stoga od važnosti naročito kod izvođenja gradnja, ali može biti od koristi i kod vađenja kamena u kamenolomima.

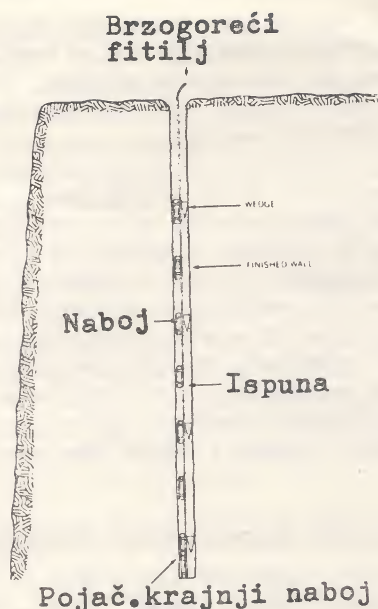
Opisat ćemo četiri metode takvog kontroliranog miniranja, koje su razrađene i primjenjene u novije vrijeme. Metode predstavljaju modifikacije prvotno primjenjene metode »bušenja po liniji« (line drilling). Princip ove metode je u tome, da se u određenoj ravnini otpucavanja izbuši niz bušotina, obično promjera 2" do 3" i na razmaku koji je 2—4 puta veći od promjera bušotine. Bušotine se ne pune eksplozivom, već predstavljaju oslabljenje stijene, koje će prigodom otpucavanja usloviti pravilno odsjecanje stijene na tom mjestu. Kod vanjskih (nadzemnih) miniranja dobivaju se tom metodom dobri rezultati, naročito u homogenim stijenama. Za slojevite, osobito fino uslojene stijene nije podesna ova metoda. Otpucava se s 2—3 reda minskih bušotina. Razmak bušotina u redu koji je najbliži liniji otpucavanja treba biti oko 25%, a eksplozivni naboj za 50% manji nego u ostalim redovima (sl. 1). Primjena ove metode kod podzemnih radova je vrlo ograničena i dolazi najčešće kod tunelskih portala (sl. 2). Uslijed vrlo velikog broja bu-



Sl. 1: Shema »bušenja u liniji«



Sl. 2: Tunelski portal odsječen metodom »bušenja u liniji«



Sl. 3: Eksplozivni naboj kod »elastičnog otpucavanja«

šotina troškovi su bušenja visoki. Rezultati su često nezadovoljavajući, jer bušenje po liniji otpucavanja nije lako izvesti s potrebnom tačnosti.

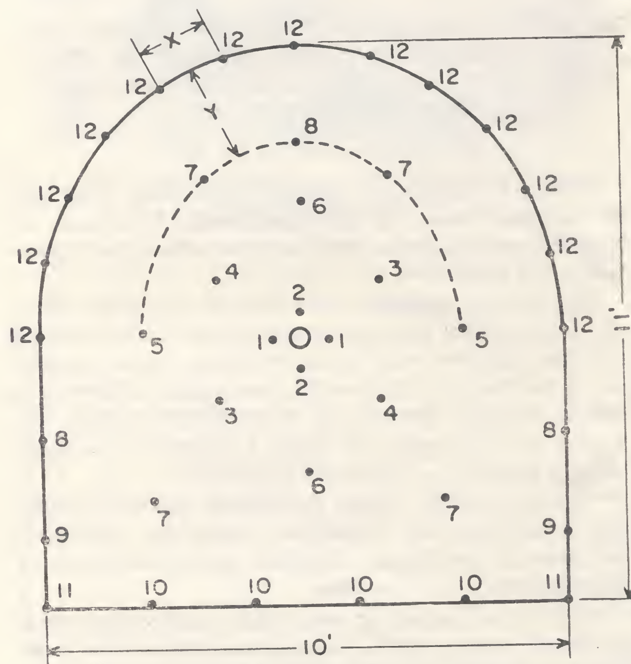
»Elastično miniranje« (cushion blasting) bilo je uvedeno u Kanadi pred nekoliko godina. Radi se o izvedbi niza bušotina u liniji otpucavanja, koje se pune eksplozivom na poseban način. Ova metoda bila je razrađena najprije za veće promjere bušotina od 4" do 6 1/2", ali se danas primjenjuje i za manje bušotine (2" do 3½"). Miniranjem se postizavaju, kod pravilnog odabiranja odgovarajućih elemenata (promjer i razmak bušotina, te jačina, redoslijed i razmak otpucavanja), povoljni rezultati. Kod nadzemnog miniranja treba razmak bušotina biti manji od njihove udaljenosti od čela. Tipičnu shemu bušenja daje ova tablica:

Promjer bušotine	Razmak bušotine	Udaljenost bušot. od čela	Naboj eksploziva
2 — 2 1/2"	0.9 m	1.2 m	0.05—0.17 kg/m
3 — 3 1/2"	1.2 m	1.5 m	0.09—0.34 kg/m
4 — 4 1/2"	1.5 m	1.8 m	0.17—0.50 kg/m
5 — 5 1/2"	1.8 m	2.1 m	0.50—0.67 kg/m
6 — 6 1/2"	2.1 m	2.7 m	0.67—1.00 kg/m

Naboji eksploziva su znatno manjeg promjera (1" do 1 1/2") i dolaze na razmak 0.3 do 0.6 m (sl. 3). Buštotinu i prostor između naboja treba dobro ispuniti



Sl. 5: Tuneski iskop metodom »blagog otpucavanja«



Sl. 4: Shtema bušenja i redoslijed odpucavanja kod »blagog otpucavanja«



Sl. 6: Eksplozivni naboj kod metode »elastičnog otpucavanja« i »prethodnog razdvajanja«



Sl. 7: Pravilno odsječena stijena (vidljivi su tragovi bušotina)

kamenom prašinom ili finim pijeskom, jer se u protivnom slučaju neće postići željeni uspjeh, tj. traženo pravilno odsjecanje. Dubina bušenja zavisi o mogućnosti tačnog izvođenja bušotina. Za postizavanje uspjeha važna je tačna izvedba bušotina. Ova metoda se vrlo rijetko primjenjuje kod podzemnih radova s razloga, što se u podzemlju gotovo redovito ne izvode bušotine tako velikog promjera, pa ovo isključuje metodu elastičnog miniranja.

U odnosu na metodu »bušenja u liniji« ova metoda ima prednost u manjim troškovima bušenja i postizavanju boljih rezultata u nehomogenim formacijama.

»Blago otpucavanje« (smooth blasting), zvano katkada i konturno otpucavanje, bilo je uvedeno u Švedskoj. Ovo je najraširenija metoda za kontrolu prekoprofilskog iskopa kod podzemnih radova. Osnovni princip ove metode je isti kao i kod elastičnog otpucavanja: uz liniju iskopa izvedene su bušotine koje su punjene s malo eksploziva. Otpucavanjem u minimalnim intervalima postizava se posmično djelovanje koje daje glatke površine iskopa uz minimum prekoprofila. Obodne (periferne) bušotine treba izvesti na manjem razmaku od onoga do slijedećeg unutarnjeg reda bušotina (sl. 4). Obodne mine otpucavaju se kao posljednje, nakon što je otpucan i oslobođen srednji dio tunelskog profila. Obodne mine pune se što jednoličnije eksplozivom male brizantnosti ili se pak naboji standardne dužine raspoređuju s međurazmacima. Potrebno je dobro brtvenje i zapunjavanje bušotina (gline ili dr.) Ovakvim otpucavanjem postizavaju se dobri rezultati tj. znatno smanjenje prekoprofilskog iskopa (sl. 5), te potreba manjeg podgrađivanja uslijed slabijeg rastrešenja periferne zone. Svakako je za ovu metodu potreban veći broj perifernih bušotina negoli za konvencionalnu metodu.

»Prethodno razdvajanje« (preshearing) predstavlja bušenje niza bušotina uzduž linije iskopa, ali se razlikuju od prethodnih metoda miniranja u tome, da se ove mine otpucavaju prije nego što je otpucan ostali dio profila iskopa. Ova metoda temelji na tome, da kod istovremenog otpucavanja dvaju susjednih mina uslijed sudara udarnih valova dolazi do pukotina u stijeni i na taj način do razdvajanja između ovih mina. Pravilnim odabiranjem naboja i razmaka bušotina raspuktnuta zona stijene između niza bušotina predstavljat će zapravo usku pukotinu po kojoj će se odlomiti iskop pri otpucavanju narednog (unutarnjeg) niza mina. Kod vanjskih radova razmak bušotina iznosi 6-12 njihovog promjera.

Nabijanje eksplozivom je na isti način kao kod elastičnog otpucavanja (sl. 6). Otpucavanje svih mina je istovremeno, samo kod vrlo velikog broja ovih mina otpucava se u pojedinim odsjećcima primjenom milikesundnih upalajača. U vrlo nehomogenoj stijeni postizavaju se bolji rezultati ako se između bušotina izbuši još po jedna, ali se ove dodatne bušotine ne nabijaju i ne otpucavaju. Teoretski je dubina ovakvog otpucavanja neograničena. Ona zavisi samo o mogućnosti tačne izvedbe bušotina. Orijentacione vrijednosti razmaka bušotine i naboja date su u narednoj tabeli:

Promjer bušotine	Razmak bušotine	Naboj eksploziva
1 1/2 — 1 3/4"	0.30 — 0.45 m	0.12 — 0.30 kg/ml
2 — 2 1/2"	0.45 — 0.60 m	0.12 — 0.30 kg/m'
3 — 3 1/4"	0.60 — 1.20 m	0.30 — 0.90 kg/ml

Odabiranje ovih vrijednosti u velikoj je mjeri zavisno o geološkoj građi i strukturi stijene.

Ova metoda može se s uspjehom primijeniti i kod podzemnih radova. Otpucavanjem perifernih mina nabijenih lakim nabojima može se u znatnoj mjeri smanjiti prekoprofilski iskop.

U praksi se često primjenjuju kombinacije navedenih četiriju metoda. Npr. ravne površine se otpucavaju »elastično«, a uglovi po metodi »prethodnog razdvajanja«.

S obzirom na pravilnost iskopa postignuti su vrlo zapaženi rezultati. V. J.

MJERENJE SABIJANJA VIBRACIONIM VALJCIMA POMOĆU RADIOAKTIVNIH IZOTOPA PRI GRADNJI DOVODNOG KANALA DRAVSKE HIDROELEKTRANE SD 1

(Strassen-u. Tiefbau br. 4/67)

Prikaz se temelji na referatu stručnjaka »Instituta za raziskavo materiala in konstrukcij«, Ljubljana, na XIII internacionalnom ABG savjetovanju u Bad Meinbergu, SR Njemačka.

Pri gradnji dravske hidroelektrane »Srednja Drava 1« (SD 1) kod Maribora izgrađuje se među ostalima i 17 km dugi dovodni kanal. U nasipe treba ugraditi oko 4 miliona m³ šljunkovitog materijala dobivenog iz iskopa kanala i strojarnice. Dno i pokosi kanala osigurani su na površini od preko 1 milion m² oblogom, koja je nepropusna i otporna na erozije.

Gradnju izvodi, prema projektima »Elektroprojekta«, Ljubljana, pod tehničkim nadzorom investitora — Dravske elektrane, Maribor, građevno poduzeće »Tehnogradnje« iz Maribora.

Isiptivanje građevnog materijala i prikladnosti građevinskih strojeva bilo je povjereno Zavodu za raziskavo materiala in konstrukcij, Ljubljana (ZRMK).

Nasipi dovodnog kanala, kao i kanal u cijelom presjeku, moraju udovoljavati određenim tehničkim uslo-

vima zbog postizavanja određene stabilnosti i omogućenja izvedbe obloge. Uslijed velikog prostranstva gradilišta i velikog broja mjerenja, koje je trebalo dnevno obaviti, primjenjena je kontrola kvalitete materijala i ugradnja pomoću hidrodensimetra (sl. 1). Pomoću ovog uređaja mjerena je zapreminska težina suhih površinskih slojeva. Bio je postavljen uslov postizavanja vrijednosti od 95% optimalne zapreminske težine po modificiranom Proctoru. U laboratoriju su prethodno za sedam različitih šljunkovitih materijala, koji se pojavljuju (prema A. Casagrande klasifikaciji: GP/GF, GC, GC/GP, SU i SC) utvrđene modificirane optimalne vrijednosti po Proctoru.

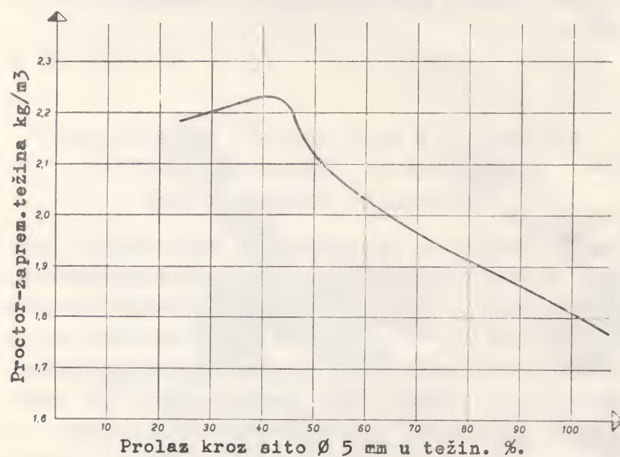
Da bi se izbjeglo mukotrpno klasificiranje tla, kod svakog mjerenja utvrđena je korelacija između optimalne modificirane Proctor vrijednosti i prolaza materijala kroz sito ∅ 5 mm (sl. 2).

Dubinsko djelovanje strojeva za sabijanje (vibracionih valjaka) bilo je mjereno pomoću uređaja s radio aktivnim izotopima, proizvodnje firme Nuclear Chicago Co. (sl. 3). Izotop i detektor zračenja nalaze se unutar jedne sonde, koja se pomoću cijevi spušta na željenu dubinu.

Na pokusnim poljima nasipavan je materijal autokiperima. Ovo je povoljnije od rada pomoću skrepera



Sl. 1: Mjerenje površinske gustoće i vlažnosti pomoću hidrodensimetra



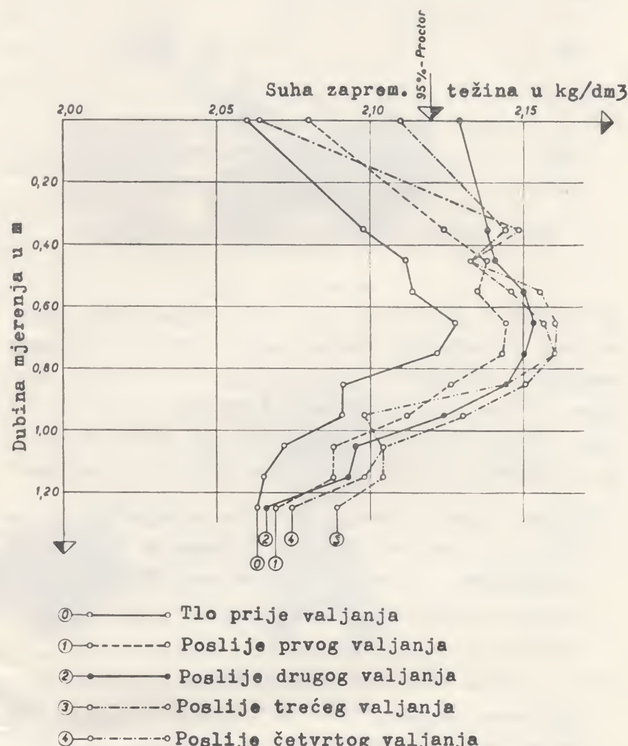
Sl. 2: Odnos Proctor gustoće i prolaza kroz sito ∅ 5 mm



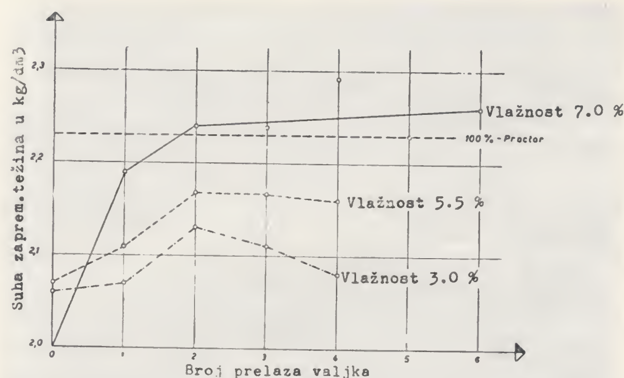
Sl. 3: Uređaj za dubinsko ispitivanje radioaktivnim izotopima



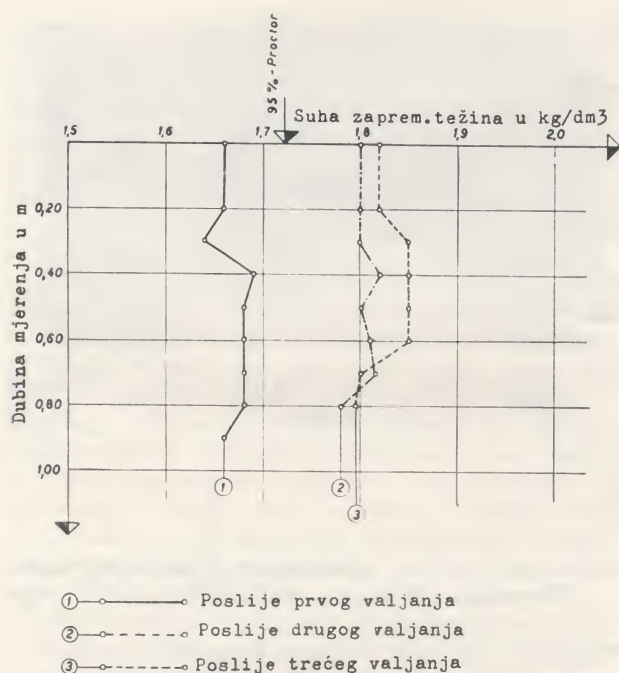
Sl. 4: Vibrovaljak ABG — MAW i raspored mjernih tačaka



Sl. 5: Rezultati sabijanja u pjeskovitom šljunku



Sl. 6: Zavisnost zapreminske težine o broju valjanja



Sl. 7: Rezultati sabijanja u sitnom pijesku

ili buldožera, jer nasuti sloj nije sabijen ovim transportnim sredstvima i prema tome izmjereno sabijanje predstavlja isključivo rezultat rada vibrovaljaka. Valjano je vibracionim valjkom ABG, tip MAW, od 5,0 tona, vučenim traktorom gusjeničarom (sl. 4). Valjanje je, s obzirom na odabrane mjerne tačke, na tri načina-:

a) Mjerne cijevi utjerane su u tlo u uglovima kvadrata sa stranicom 230 cm. Valjano je izmjenično u međusobno okomitim smjerovima. Nakon svakog prelaza valjkom mjeri se gustoća tla u svakoj cijevi (sl. 4).

b) Tri mjerne tačke postavljene su u pravcu u međusobnom razmaku 230 cm. Valjano je uzduž obje strane ovog pravca. Gustoća tla mjerena je nakon svakog prelaza valjka.

c) Kod trećeg načina obavljano je valjanje u zonama. U prvoj zoni obavljen je jedan prelaz valjka, u drugoj u istom smjeru dva prelaza, u trećoj u istom smjeru s tri prelaza valjka. U svaku od zona utjerane su mjerne cijevi za mjerenje dubinskog djelovanja.

Rezultati metoda a) i b) nisu pokazali bitnih razlika. Stoga se kasnije najviše radilo po metodi b), jer je ona prikladna za manje površine mjernih polja. Metoda c) ima u odnosu na a) i b) prednost da se može provesti u kraćem vremenu, a nedostatak je da se ne može pratiti sabijenost u zavisnosti od broja prelaza valjka. Ova metoda primjenjuje se samo za brze pokuse homogenih materijala (npr. sitni šljunak).

Na sl. 5 prikazani su rezultati sabijanja šljunkovitog materijala GW (prema A. Casagrande), optimalna Proctor vrijednost 2.23 g/cm³ uz optim. vlagu 7.0%. Nasipavanje materijala vlažnosti 3.0% obavljano je u slojevima 65 cm. Vidljivo je da je već nakon dva prelaza valjkom postignuta propisana gustoća, dok kod daljnjeg valjanja dolazi do izvjesnog razrahljivanja gornjih slojeva. Valjak sabija gotovo jednolično do dubine 80 cm, a onda se smanjuje njegovo djelovanje i završava na dubini oko 120 cm. Dijagram u sl. 6 prikazuje vrijednosti suhe zapreminske težine u odnosu na broj izvršenih prelaza valjka, i to za različite vlažnosti materijala. Vidljivo je da kod niske vlažnosti pada zapreminska težina nakon trećeg valjanja, dok se kod optimalne vlažnosti daljnjim valjanjem povećava zapreminska težina.

Dijagram na sl. 7 prikazuje rezultate ispitivanja u sitnom pijesku SU (prema A. C). Materijal je imao optimalnu vlagu 14.0%, a bio je ugrađivan s 14.3% vlažnosti. Djelovanje valjka je do dubine od 60 cm. Kod ovog materijala ima vlažnost velikog utjecaja na mogućnost sabijanja tj. postizavanja određene zapreminske težine.

Iz iznesenog su vidljivi vrlo interesantni podaci o neobično efikasnom djelovanju ovog teškog vibro-valjka, kao i o jednostavnom, tačnom i vrlo brzom utvrđivanju dubinskog djelovanja takvih strojeva za sabijanje pomoću opisanih uređaja s radioaktivnim izotopima.

V. J.

KLORKALCIJ KAO BALAST PNEUMATIKA STROJEVA ZA ZEMLJANE RADOVE

(Costruzioni, Decembar 1966)

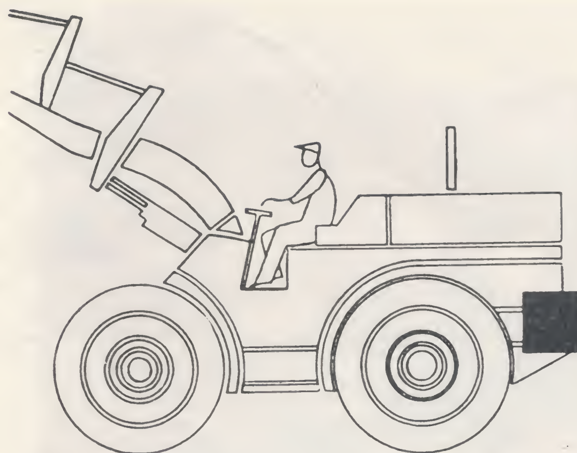
Na masnom ili pokretnom tlu kližu točkovi strojeva za zemljane radove. Ovo uzrokuje smanjenje njihovog učinka i uz to uzrokuje veće trošenje gumenih točkova. Da bi se smanjile ove pojave potrebno je povećati težinu stroja i time povećati otpor trenja gumenih točkova. Jedan način postizavanja ovoga predstavlja učvršćenje dodatnih utega (protuutega) na okviru stroja (sl. 1.). Ovo je jedan dosta skup način, jer uzrokuje pojačanje cijele nosive konstrukcije stro-

ja (okvir, osovine i točkovi). Stoga je primijenjen znatno povoljniji način povećanja težine stroja i to punjenjem gumenih točkova vodom, odnosno otopinom klorkalcija (sl. 2).

Kod utovarivača na gumenim točkovima dolazi kod utovara, kretanja i istovara, uslijed njegove nedovoljne težine, do podizanja prednjih ili stražnjih točkova, odnosno pojave nestabilnosti (sl. 3). Uslijed toga potrebno je ove radne operacije obavljati s odgovarajućom pažnjom. Povećanje težine stroja omogućuje izvjesno ubrzanje radne operacije i bolje punjenje kašike i to, orijentaciono, ovako:

	Neopterećeni	Opterećeni
	s t r o j	
Utovar	4.0 sek	3.5 sek
Prijevoz	9.5	9.0
Istovar	3.5	3.0
Povratak	9.0	8.5
Ukup. trajanje jednog ciklusa	26.0 sek	24.0 sek
Broj ciklusa na sat	139	150
Presena količ. u 1 ciklusu	4.5 t	5.0 t
Prevezena količina u 1 satu	625 t	750 t

Kod buldožera na gumenim točkovima zavisi radna sila o težini stroja i koeficijentu trenja između točkova i tla. Nije dakle dovoljno da pogonski stroj ima veliku snagu, već moraju biti osigurani uslovi da se ta snaga može realizirati.



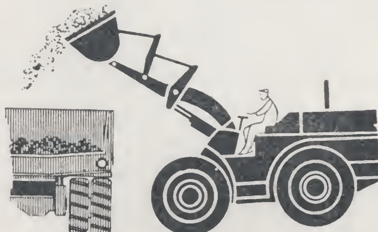
1: *Opterećenje protuutegom*



Sl. 2: Balast u gumenim točkovima



Kod utovara



Kod istovara



Kod ubrzanja u kretanju napred ili kočenja kod kretanja natrag

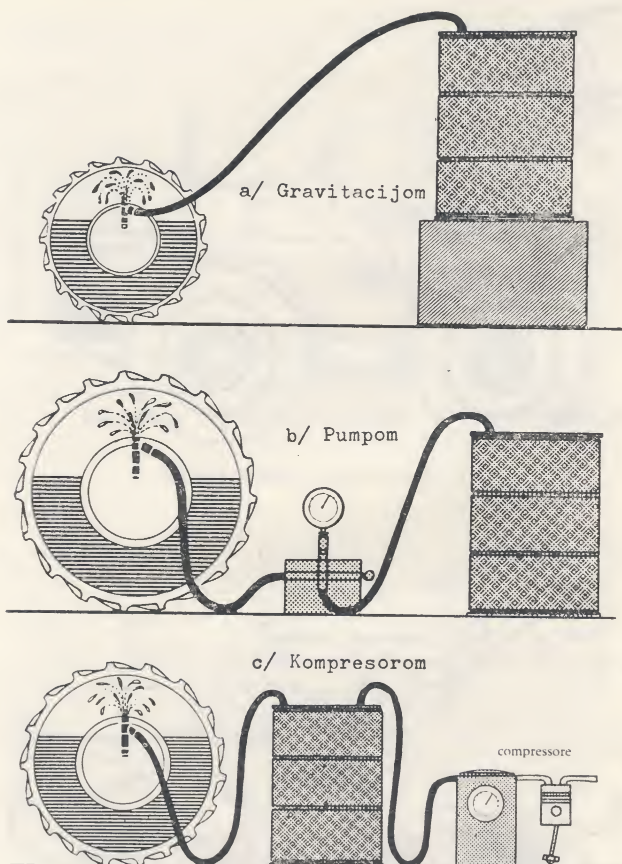


Kod ubrzanja u kretanju natrag ili kočenja kod kretanja napred



u krivini

Sl. 3: Pojave nestabilnosti pri radu utovarivača

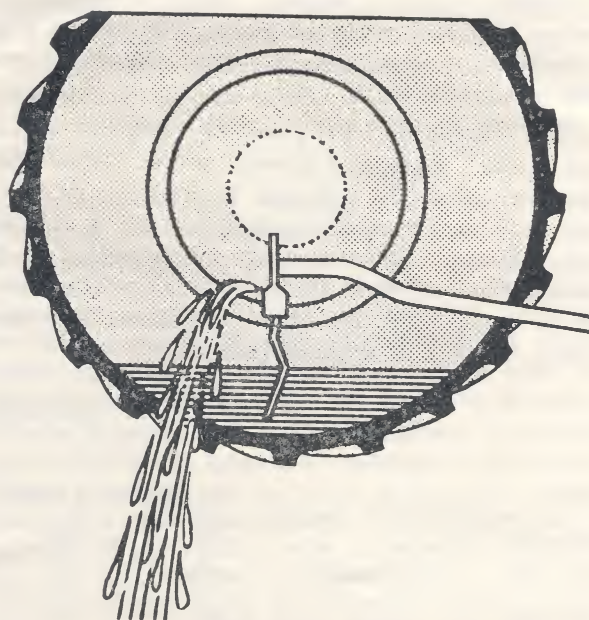


Sl. 4: *Razni načini punjenja pneumatika*



Sl. 5: *Punjenje uneumatika balastom već pri njegovoj montaži*

Koeficijenti trenja između raznih vrsti terena i buldožera s gumenim točkovima i buldožera gusjeničara su slijedeći:



Sl. 6: *Pražnjenje pneumatika posebnim uređajem*

Teren	Gumeni točkovi	Gusjeničar
Beton	0.90	0.45
Čvrsto tolo	0.55	0.90
Meko tlo	0.45	0.60
Pijesak suh	0.20	0.30
Pijesak vlažan	0.40	0.50
Stijena	0.65	0.55
Šljunčani put nesabijen	0.35	0.50
Snijeg sabijen	0.20	0.25
Led	0.10	0.10

Iz ovih podataka slijedi npr. da bi kod rada na mekom tlu traktor gusjeničar od 30 t mogao realizirati silu guranja od $30 \times 0.60 = 18$ t, a traktor s gumenim točkovima iste težine silu guranja od svega $30 \times 0.45 = 13.5$ t. Buldožer točkaš težine 40 t imao bi na takvom terenu istu silu guranja kao traktor gusjeničar od 30 t; međutim takav traktor je znatno skuplji. Ova znatna razlika u sili guranja može se u ovom slučaju donekle smanjiti ubacivanjem vodenog balasta ili otopine klorkalcija u pneumatike i time povećati efikasnost buldožera točkaša. Već prema vrsti balasta kojim se pune pneumatici može se povećati težina stroja za 9—12%.

Slični problemi pojavljuju se i kod skrepera i gredera, gdje se ubacivanjem balasta težine stroja mogu povećati učinci za 6—10%.

Balast u obliku vode dolazi do primjene izuzetno tamo, gdje nema niskih temperatura i mogućnosti smrzavanja vode u pneumaticima.

Za u našim krajevima uobičajene zimske temperature do —25°C dolazi u obzir 40% otopina kalcijevog klorata.

Punjenje pneumatika balastom može se obaviti gravitacijom, pumpom ili kompresorom (sl. 4). Kod vrlo velikih pneumatika bez zračnica (»tubeless«) djelomično se puni gumu otopinom klorkalcija već prigodom montaže (sl. 5), dok se po završenoj montaži dopunjava vodom.

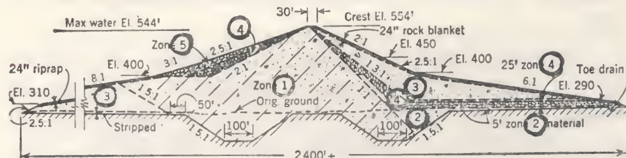
Pražnjenje pneumatika tj. izbacivanje balastne otopine je pomoću ventila, kod njegovog najnižeg položaja, dok se ostatak otopine izbacuje pomoću posebnog uređaja na komprimirani zrak (sl. 6).

Iz iznesenog je vidljivo kako se na jednostavan i jeftin način može povećati efikasnost ovakvih strojeva, pa stoga mnogi proizvođači tih strojeva preporučuju ovakav način povećanja težina stroja. V. J.

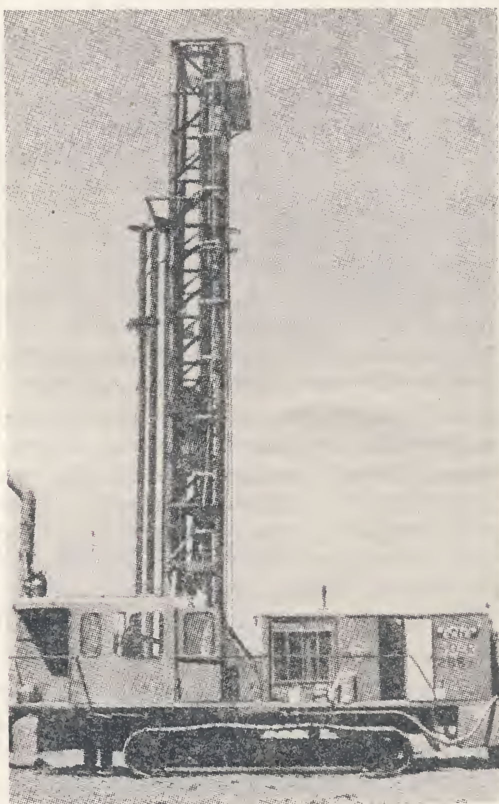
SUVREMENI GRAĐEVINSKI STROJEVI PRI GRADNJI BRANE SAN LUIS

(Civil Engineering, Nov. 1966)

Brana San Luis je srce istoimenog sistema unutar vodoprivrednog projekta Central Valley u Kaliforniji. Radi se o gotovo najvećoj nasutoj brani koja je ikad građena. Sa svojih gotovo 60 milijuna m³ nasipa je po



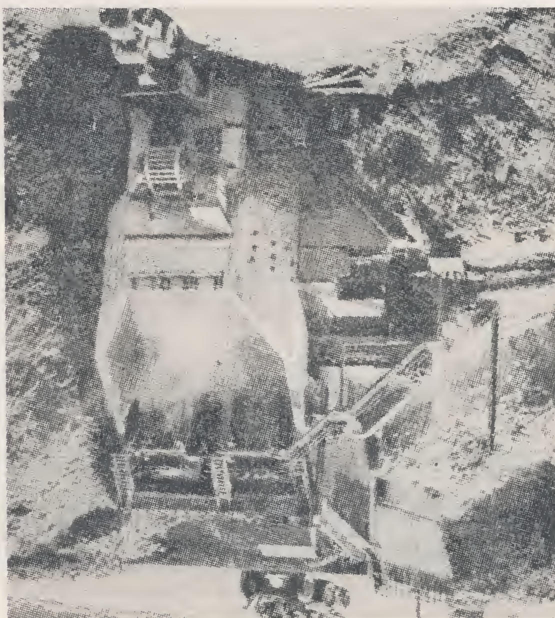
Sl. 1: Poprečni presjek brane



Sl. 2: Bušilica za dubinske mine



Sl. 3: Utovar i odvoz kamena iz kamenoloma



Sl. 4: Separacija kamenog materijala

veličini treća ili četvrta na svijetu. Projekt i nadzor povjeren je Bureau of Reclamation.

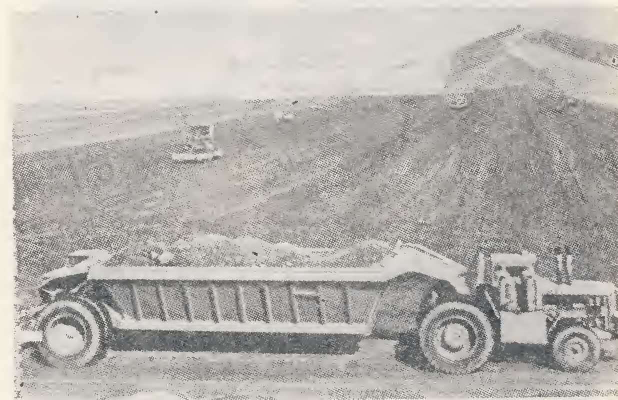
Brana ima visinu iznad dna korita 98 m, a konstruktivnu (od dna temelja) 132 m. Najveća širina brane u temelju je gotovo 730 m, a u kruni 9.0 m. Njena dužina je oko 6500 m. Ovom branom ostvarit će se rezervoar od oko 2.5 milijarde m³ vode.

S radovima se započelo u veljači 1963. Vrlo oštar plan građenja postavio je zahtjev, da se već u siječnju 1967. počne akumuliranjem vode. Ovakav kratak rok zahtjevao je od izvođača angažiranje najsuvremenije i najproduktivnije, te naravno, i najekonomičnije građevinske mehanizacije. Projekat brane imao je veliki utjecaj na odabiranje tipova građevinskih strojeva.

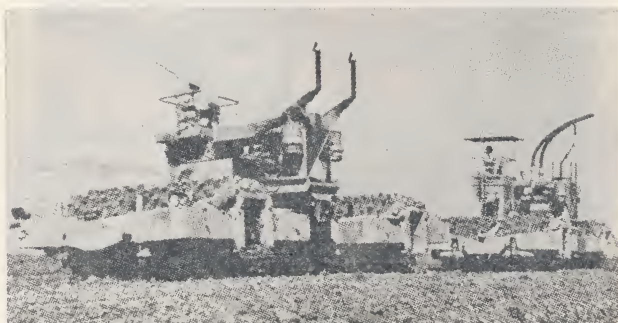
Projektant brane doživljavao je višekratne izmjene u toku istražnih radova i razrade projekta. Prvot-



Sl. 5: Ekskavator s kolom



Sl. 6: Transportno vozilo od 100 t



Sl. 7: Samohodni valjak s ježevima

ni projekt predviđao je 21 milijun m³ pjeskovito-šljunčanog nasipa. Kasnije obavljena ispitivanja pokazala su da na pozajmištima ima svega 6—8 milijuna m³ takvog materijala, pa je stoga projektant količinu tog nasipnog materijala smanjio na svega 4 milijuna m³. Predviđeni kamenolom nalazio se na udaljenosti 3,2 km i na koti 450 m višoj od brane. Na ovom mjestu utvrđene su znatne količine razlomljenog bazalta.

Na temelju istražnih bušenja došlo se do zaključka, da je potrebno izvaditi četiri puta veću količinu kamena za dobivanje potrebne količine krupnog kamena (veličine preko ∅ 20—60 cm). Ova važna ocjena potvrđena je nakon što je bio otvoren na tom mjestu jedan manji kamenolom. Velika količina otpadajućeg sitnog kamenog materijala (veličina manja od ∅ 20 cm) upotrebljena za one dijelove nasipa koji su bili prvotno predviđeni od šljunka.

Konačno usvojeni poprečni presjek ove nasute brane prikazan je u sl. 1. Predviđene su ove ukupne količine pojedinih nasipnih materijala:

	u milionima
zona 1 — nepropusni nasip (jezgra)	32,8 m³
zona 2 — filtarski slojevi pijesak-šljunak	2,55 m³
zona 3 — propusni nasip (zemlja)	14,25 m³
zona 4 — filtarski slojevi (kamen manji ∅ 20 cm)	7,25 m³
zona 5 — obloga pokosa i kameni nabačaj (kamen veći od ∅ 20—60 cm)	2,65 m³
Ukupno	59,5 m³

Za vađenje kamena primijenio je izvođač pokretnu tešku bušilicu (na gusjenicama) na električni pogon (400 KS), kojom su izvođene dubinske mine (∅ 250 mm i dubine 15.0 m) na međusobnom razmaku 7,50 m (sl. 2) i to brzinom od prosječno 15 m bušotine u satu. U tvrdom bazaltu je jedna bušača kruna bušila 150—220 m bušotine. Ova jedna bušilica bila je dovoljna da podmiri potrebe u vađenju kamena za cijelo gradilište.

Otpucani kameni materijal utovaran je jednim teškim bagerom kašikarom u specijalna vozila (sl. 3). Bager je imao kašiku sadržine od 11 m³ (15 cuyd), na električni pogon, te kapacitet od oko 750 m³/sat. Transport kamena do separacije obavljan je vozilima Caterpillar od 75 t, koja se prazne na dnu. Separacija se sastoji od dva masivna vibraciona sita veličine 210 × 360 cm s otvorima 22 × 22 cm (sl. 4). U ovoj separaciji odvaja se kameni materijal manji od ∅ 20 cm (oko 75% ukupne količine) i kamen veći od ∅ 20 cm (oko 25 % ukupne količine). Sitni kameni materijal (do ∅ 20 cm) transportira se dalje prema brani 1,35 m širokim i 1000 m dugim transporterom do otvorene deponije kraj brane, visine 30 m. Na dnu ove deponije izveden je tunel za utovar materijala, promjera 9,0 m, u kojem se nalaze tri zatvarača na hidraulički pogon; pomoću njih se 100-tonska transportna vozila Euclid mogu natovariti za manje od 1 minute. Pored ove deponije nalazi se uređaj za drobljenje kamena, kojim se proizvodi agregat sitniji od ∅ 80 mm za filtarske slojeve i ostale potrebe.

Izvedba preko 47 milijuna m³ zemljanog nasipa prisilila je izvođača na upotrebu neobično velikih jedinica strojeva. Iskop ovog materijala obavljan je specijalno projektiranim i izgrađenim kružnim ekskavatorom (sl. 5). Radi se o stroju pokretnom na gusjenicama s iskopnim kolom promjera 9,00 m, na obodu kojeg se nalazi 10 otkopnih kašika od po 1,9 m³ (2.5 cuyd). Ovo kolo kreće se brzinom od 5—10 okret./minut. Iskopana zemlja prebacuje se sistemom transportnih traka u vozila kapaciteta do 100 tona. Gusjenice su takvih dimenzija da se usprkos velike težine ovog stroja (830 tona) ne prekoračuje specifično opterećenje na tlo od 2,5 kg/cm². Nabavna cijena ovog stroja bila je 1,750.000 $. Međutim s obzirom na veliki kapacitet od prosječno 2250 m³/sat iskopa, odnosno maksimalno

3000 m^3/sat, pokazao se ovaj stroj, usprkos velikim investicionim troškovima, vrlo rentabilnim tj. dao je srazmjerno nisku jediničnu cijenu iskopa. Dosadašnji rad pokazao je potpuno opravdanje primjene gigantskih strojeva. Međutim njihova ekonomičnost je osigurana samo kod većih projekata od barem 25—30 milijuna m^3 iskopa zemlje.

Prosječna transportna daljina zemljanog nasipnog materijala bila je 2,4—3,2 km. Za prijevoz ogromnih količina primjenjivano je 33 kom specijalnih vozila naročito velikog kapaciteta od 100 t nosivosti i s pogonskim motorom od 600 KS (sl. 6). Ova vozila su po ekskavatoru bila natovarena za svega 35—40 sek.

Nasip je sabijan pomoću pet teških samohodnih jedinica (sl. 7). Svaka od ovih ima četiri valjka s ježevima i ukupnu težinu od 35 t, a kreću se brzinom od 3,2—4,8 km/sat.

Prema propisima Bureau of Reclamation treba zemljani materijal ugrađivati s 12 prijelaza valjkom u slojevima na debljinu od 15 cm. Kod ove gradnje bilo je utvrđeno, da je samo od kretanja teških transportnih vozila postignuta sabijenost po Proctoru od 103—107%. Na temelju ispitivanja s odabranim valjcima mogao je izvođač povećati visinu slojeva od prvotno određenih 15 cm na 23 cm, kod čega je postizavana sabijenost više od 100%.

Primjena naročito teške građevinske mehanizacije na ovoj gradnji pokazala je postizavanje relativno niskih jediničnih cijena i ogromnih dnevnih učinaka od prosječno 90.000 m^3 i maksimalno 105.000 m^3 dnevno u trosmjenskom radu. Ove okolnosti imaju svakako utjecaja i na način projektiranja ovakvih brana tj. na izbor i učešće pojedinih materijala.

V. J.

Mišljenja i prijedlozi

SMJEŠTAJ ULJA ZA LOŽENJE

Upotreba ulja za loženje vrlo je rasprostranjena i svakim danom se sve više proširuje u stambenim zgradama i u industriji s obzirom na ekonomske i tehničke prednosti ulja kao goriva za loženje. Neminovno se nameće potreba donošenja tehničkih propisa za reguliranje smještaja ulja za loženje kod korisnika, jer postojeći propisi u određenoj mjeri reguliraju ovu materiju, ali s aspekta ekonomike, tehnike i sigurnosti nisu doprinijeli povećanju zaštite od požara.

Stoga smatramo da je u interesu svih korisnika ulja za loženje i poduzeća za gospodarenje stambenim zgradama da do donošenja obaveznih propisa koji će regulirati ovu materiju upoznamo korisnike s načinom smještaja ulja, da ne dođe do nepotrebnih šteta. Ovi prijedlozi izrađeni na osnovu Osnovnog zakona o prometu zapaljivih tečnosti, Sl. list SFRJ br. 10/65, Tehničkih propisa za električna postrojenja na nadzemnim mjestima ugroženim od eksplozivnih smjesa, Sl. list SFRJ br. 33/64. i Tehničkih propisa za gradnju i održavanje gromobrana, Sl. list SFRJ br. 7/57. i Osnovnog zakona o privrednom poslovanju stambenim zagradama u društvenom vlasništvu, Sl. list SFRJ br. 35/65 i Zakona o privrednom poslovanju stambenim zgradama u društvenom vlasništvu, Narodne novine SR Hrvatske br. 54/65.

Smještaj ulja za domaćinstva

Smještaj ulja za domaćinstva u stambenim prostorijama

Ulje za domaćinstvo mora se držati:

— u posudama sadržine do 25 litara, od nelomljivog i za ulje nepropusnog materijala;

— u bačvama sadršine do 200 litara, od čeličnog lima ili njemu odgovarajućeg materijala;

— u rezervoarima od čeličnog lima ili njemu odgovarajućeg materijala.

Ulje za domaćinstvo ne smije se smještati u zajedničikm prolazima zgrade, stubištima, hodnicima i nenastanjenim tavanskim prostorima.

U prostorijama stana smije se držati do 50 l ulja za domaćinstvo po jednom stanu, u posudama zapremine do 25 litara.

Posude sa uljem za domaćinstvo moraju se držati na mjestima koja nisu izložena direktnom utjecaju sunca i drugih izvora topline, tako da temperatura ulja u posudama ne pređe temperaturu prostorije.

Smještaj ulja za domaćinstvo u podrumima i prizemljima stambenih zgrada

U podrumskim prostorijama stambene zgrade i prostorijama prizemlja koja nisu namijenjena za stanovanje, smije se držati najviše do 200 l ulja za domaćinstva po jednom stanu.

Ukupna količina ulja za domaćinstvo za sve prostorije jedne stambene zgrade ne smije biti veća od 200 litara.

Ove količine ulja smiju se držati u posudama zapremine od 25 l ili u bačvama zapremine do 200 litara.

Količine ulja od 50—200 l po stanu moraju se držati u posebnim prostorijama, koje su odijeljene punim zidovima, izgrađenim od nezapaljivog materijala, a vrata su zaštićena vatrootpornim materijalom. Vatrootpornost ovih zidova, uključivši i vrata, mora iznositi 2 sata.

Vatrootpornost od 2 sata daju, između ostalih, slijedeće konstrukcije:

a) zidovi:

— zid od opeke debljine 25 cm;

— zid od betona debljine 12 cm s agregatom od šljunka;

— armiranobetonski zid debljine 12 cm, obostrano armiran.

b) stropovi:

— armiranobetonska ploča debljine 12 cm sa zaštitnim slojem betona debljine 3 cm, računajući od glavne nosive armature;

— rebričasti strop ili ploča s rebrom, zaštićeni s donje strane tankoarmiranom betonskom pločom sa križnom armaturom;

— rebričasti strop ili ploča s rebrom, zaštićena štrcanim betonom (Limpet) debljine sloja najmanje 2,5 cm.

c) stupovi:

— armiranobetonski stup minimalnih dimenzija 30/30 cm s armaturom zaštićenom slojem betona najmanje 3 cm;

— željezni stup zabetoniran, najmanje debljine zaštitnog betona 5 cm kod istaknutih dijelova profila;

— željezni stup ozidan zidom 6,5 cm debljine od postavljenih opeka i međuprostorom ispunjenim betonom marke 300.

d) željezne gredice:

— zabetonirane zaštitnim slojem betona od min. 5 cm;

— prekrivene slojem štrcanog azbesta (Limpet) debljine najmanje 2,5 cm.

e) vrata:

— metalna;

— drvena — zaštićena iznutra limom ili vatrootpornim materijalima;

— od ostalog vatrootpornog materijala.

Pod u skladišnim prostorijama mora biti izgrađen od nezaapłjivog materijala i nepropusnog za ulje.

Unutar prostorija u kojima se drži ulje za domaćinstvo ne smije biti otvora za čišćenje dimnjaka, niti otvora spojenih u javnu kanalizaciju.

Prostorija u kojoj se drži posuda s uljem za domaćinstvo mora imati povišeni prag, da se ulje u slučaju razljevanja ne može razliti izvan prostorije.

Ako prostorija nema povišeni prag, posude s uljem za domaćinstva moraju imati prostor za prihvat, npr. betonski bazen, metalna tava i sl. koja može primiti sadržaj svih posuda, uvećan za 10% zapremine.

U prostorijama gdje je smješteno ulje za domaćinstvo ne smiju se držati druge zapaljive i eksplozivne materije.

Prostorije također moraju imati otvore za provjetravanje. Ovi otvori moraju biti zaštićeni metalnom mrežom, koja je izrađena od nekorodirajuće žice s 33 okna na cm².

—

U podrumima odnosno u prostorijama prizemlja koje nisu namijenjene za stanovanje slobodno stojećih stambenih zgrada, koje se sastoje od najviše 4 stana, smije se držati do 500 l ulja za domaćinstvo po jednom stanu u posudama, bačvama i rezervoarima.

Bačve i rezervoari s uljem za loženje moraju biti snabdjeveni odgovarajućim uređajima za punjenje i pražnjenje, a rezervoari moraju biti učvršćeni.

Prostorije za smještaj ulja za domaćinstvo, koje se nalaze u podrumskim prostorijama, odnosno u prostorijama prizemlja koje nisu namijenjene za stanovanje, moraju ispunjavati naprijed spomenute tehničke uvjete.

Skladišta za smještaj ulja za domaćinstva van stambenih zgrada

U skladištima van stambenih zgrada smije se držati u odvojenim prostorijama do 1000 l ulja za domaćinstvo po jednom stanu. Količine ulja za domaćinstvo moraju se držati u bačvama, zapremine do 200 l ili u rezervoarima zapremine do 1000 litara.

Skladišta za smještaj ulja za domaćinstva van stambenih zgrada moraju biti udaljena od svih nadzemnih zgrada, kao i javnih saobraćajnica, najmanje 5 metara.

Vatrootpornost ovih zgrada mora biti kako je naprijed opisano.

Rezervoari za smještaj ulja za domaćinstvo sadržine do 1000 litara moraju imati:

— priključak za punjenje i pražnjenje s odgovarajućim zatvornim organima ili kapom;

— odušnu cijev koja mora biti izvedena u vanjski slobodni prostor na visinu od najmanje 2,5 m od nivoa terena.

Gornji otvor odušne cijevi mora biti zaštićen metalnom mrežicom od nekorodirajuće žice s 33 okna na cm².

Peći za loženje ulja u domaćinstvima

Uljne peći moraju odgovarati tehničkim uvjetima za proizvodnju. Svaka uljna peć mora imati natpis proizvođača, uputstvo za upotrebu i atest kontrole.

Priključak uljne peći na dimnjak izvodi se dimovodnom cijevi od nelomljivog i nezapaljivog materijala, dužine do 2 m. Ukoliko priključak mora biti duži od 2 m, onda dio cijevi iznad 2 m mora imati toplinsku izolaciju.

Uljna peć ne smije se priključiti na dimnjak zajedno s plinskim trošilima.

Dimnjak mora biti izveden tako da osigurava dovoljno provjetravanje.

Prilikom postavljanja uljne peći stručno lice treba voditi računa da temperatura izgorjelih plinova kod ulaza u dimnjak ne bude veća od 300°C, niti manja od 100°C.

Rezervoar u samoj uljnoj peći mora biti tako izgrađen da se ulje u rezervoaru ne smije zagrijati iznad temperature koja je za 15°C manja od njegove tačke zapaljivosti.

Punjenje rezervoara uljne peći mora se obaviti samo kad je peć hladna i plamenik ugašen.

Za smještaj ulja za domaćinstva u prostorijama koje nisu navedene ovim prijedlogom uputstva, bez obzira na namjenu tih prostorija, trebalo bi se pridržavati ovih uputa:

Smještaj ulja za loženje za centralna grijanja i pogonske potrebe

1. Rezervoari za smještaj ulja za loženje

Ulje za loženje za centralna grijanja i pogonske potrebe mora se držati u rezervoarima. Prema namjeni rezervoari se dijele na skladišne i pogonske.

Skladišni rezervoari postavljaju se kao: ukopani; poluukopani; nadzemni; u posebnim u tu svrhu izgrađenim objektima, i rezervoari unutar objekta.

Ukopani skladišni rezervoari:

Ukopani rezervoari zapremine do 100 m³ po rezervoaru postavljaju se tako da je gornji rub rezervoara 1 m ispod površine zemljišta, udaljen horizontalno najmanje 2 m od vanjskog zida zgrade u kojoj se gorivo troši ili susjednog objekta, kao i od vodovoda, plinovoda ili vode.

Ukupna količina ulja za loženje za centralna grijanja ne može biti veća od 100 m³, a plinskog ulja od 20 m³.

Ako se ukopani rezervoar postavlja na mjestu preko kojeg se odvija promet vozilima, pokrivač iznad rezervoara mora imati potrebnu nosivost, dokazanu proračunom.

Rezervoari se izgrađuju od čeličnog lima debljine najmanje 5 mm ili drugog odgovarajućeg materijala. Međusobna udaljenost plašteva rezervoara mora iznositi najmanje 70 cm. Rezervoari se postavljaju s uzdužnim padom od 1% prema otvoru za ispust.

Rezervoari moraju imati:

— otvor za ulaz, promjera najmanje 50 cm s nepropusno zatvorenim poklopcem;

— odušnu cijev unutrašnjeg promjera najmanje 38 mm, izvedenu iznad nivoa okolnog terena na najmanje 2,5 m visine;

završetak odušne cijevi mora biti zaštićen metalnom mrežicom na način kako je naprijed rečeno, i udaljen od otvora na zgradi (vrata, prozori) najmanje 1,5 m;

— priključak za punjenje rezervoara sa zatvorenim organom ili kapom s navojem;

— priključak za pražnjenje rezervoara sa zatvornim organom;

— sistem za otklanjanje taloga;

— uređaj za mjerenje količine ili nivoa ulja u rezervoaru;

— sistem za kontrolu propuštanja rezervoara, gdje postoji opasnost od zagađivanja vodonosnih slojeva.

Otvori u zidu objekta kroz koje prolaze cijevovodi moraju biti izvedeni nepropusno za ulje.

Prije ukopavanja i izoliranja, investitor mora ispitati rezervoare vodenim pritiskom.

Zapisnik o ispitivanju rezervoara na vodeni pritisak čuva investitor po nonovnog ispitivanja, kad se za to ukaže potreba.

Prije ukopavanja rezervoar se mora propisno izolirati protiv korozije. Na terenima gdje postoji podzemna voda na dubini ukopa, rezervoari se moraju osigurati.

Poluukopani skladišni rezervoari:

— ako se rezervoar ne ukopava u zemlju zbog podzemne vode ili nekih drugih opravdanih razloga, može se dozvoliti da se postave poluukopani rezervoari.

Iznad gornjeg plašta poluukopanog rezervoara mora biti najmanje 1 m sloja zemlje ili drugog materijala, koji pruža odgovarajuću zaštitu (izolaciju).

Poluukopani rezervoar smatra se onaj kojem se os rezervoara nalazi u nivou ili nešto ispod nivoa okolnog zemljišta.

Na poluukopane rezervoare primjenjuju se sve one odredbe koje su navedene za ukopane skladišne rezervoare.

Zapremina poluukopanih rezervoara može biti najviše 100 m³ po rezervoaru.

Nadzemni skladišni rezervoari:

Rezervoari se mogu postaviti u ležećem i stojećem položaju.

Rezervoari se izgrađuju od čeličnog lima ili drugog odgovarajućeg materijala.

Nadzemni rezervoar odnosno grupa rezervoara ukupne zapremine do 200 m³ postavljaju se najmanje 10 m udaljeni od drugih objekata ili javnih saobraćajnica.

Rezervoari ukupne zapremine 200 m³ do 500 m³ postavljaju se na 15 m, a preko 509 m³ na 200 m udaljenosti.

Od objekata za loženje, rastojanje ne smije biti manje od 2 m za rezervoare do 200 m³, a 5 m za rezervoare preko 200 m³.

Minimalne međusobne udaljenosti nadzemnih rezervoara trebaju iznositi:

— za ležeće rezervoare, razmak između plašteva rezervoara, ukupne zapremine do 200 m³, najmanje 0,5 promjera većeg rezervoara, ali ne manje od 2 m;
— za vertikalne rezervoare, razmak među osima rezervoara, ukupne zapremine do 1000 m³ najmanje 1 promjer većeg rezervoara, ali ne manje od 6 m;
— ukupne zapremine preko 1000 m³, najmanje 2 promjera najvećeg rezervoara.

Nadzemno postavljeni pojedinačni rezervoari ili grupe rezervoara zapremine iznad 100 m³, moraju imati zaštitni bazen izgrađen od nabijene zemlje ili betona odgovarajuće čvrstoće i nepropusnosti.

Rezervoar odnosno grupa rezervoara ukupne zapremine od 3000 m³ mogu se smjestiti unutar istog zaštitnog bazena.

Rezervoar zapremine veće od 3000 m³ mora imati vlastiti zaštitni bazen.

Zapremina zaštitnog bazna mora biti tolika da može primiti:

— cjelokupni sadržaj jednog rezervoara;
— 80% sadržaja za 2 rezervoara u istom bazenu;
— 70% sadržaja za 3 rezervoara u istom bazenu;
— 60% sadržaja za 4 ili više rezervoara u istom bazenu.

Skladišni rezervoari koji se postavljaju nad zemljom moraju imati:

— otvor za ulaz u rezervoar promjera najmanje 50 cm s nepropusno zatvorenim poklopcem, s tim da stojeći nadzemni rezervoari moraju imati 2 takva otvora;

— odušnu cijev horizontalnih rezervoara izvesti najmanje 2,5 m iznad nivoa okolnog terena, a otvor odušne cijevi mora biti zaštićen metalnom mrežicom na način kako je ranije navedeno.

Vertikalni rezervoari s uljem za loženje moraju imati odušnu cijev s mrežicom, a sa plinskim uljem dišni ventil; nadalje:

— priključak za punjenje rezervoara sa zatvornim organom;

— priključak za pražnjenje rezervoara sa zatvornim organom;

— priključak za ispuštanje taloga sa zatvornim organom;

— uređaj za mjerenje količine ili nivoa ulja u rezervoaru.

Prolazi cijevovoda kroz nasip bazena, zidove kuće i kotlovnice moraju biti izvedeni nepropusno za ulje.

Skladišni rezevoari u posebnim u tu svrhu građenim objektima

Skladišni rezervoari mogu se smjestiti i unutar objekata izgrađenih za tu svrhu nad zemljom, spuštenih u zemlju ili pod zemljom. Ovi objekti moraju biti od nezapaljivih materijala.

Otpornost prema vatri ovih objekata u koje su smješteni skladišni rezervoari mora biti najmanje 6 sati, uključivo i vrata.

Vatrootpornost od 6 sati daju, između ostalih, slijedeće konstatacije:

— zid od opeke debljine 25 cm u cementnom mortu;

— zid od betona debljine 25 cm s agregatom od šljunka;

— zid od armiranog betona debljine 22,5 cm, obostrano armiran;

— armiranobetonska ploča debljine 18 cm sa slojem zaštitnog betona. Debljina zaštitnog sloja 7 cm računajući od glavne armature. Zaštitni sloj mora biti učvršćen unakrsnom armaturom od čeličnih šipki od 5 mm na međusobnu udaljenost šipki od 20 cm;

— rebrasti strop i sve druge vrste masivnih stropova, zaštićen s donje strane armiranobetonskom pločom, debljine 10 cm, sa zaštitnim slojem betona na armaturi debljine 3 cm učvršćen (unakrsnom) armaturom od šipki profila 5 mm, na međusobni razmak šipki od 20 cm.

— armiranobetonski stup najmanje debljine 30 cm sa zaštitnim slojem betona debljine 7 cm, računajući od glavne armature i preštrcan azbestom (Limpet) debljine sloja 2,5 cm;

— armiranobetonski stup zaštićen zidom od opeke debljine 12 cm, kod naknadnih adaptacija prostorija skladišta;

— željezni stup zabetoniran s najmanjom debljinom zaštitnog betona od 10 cm kod istaknutih dijelova profila;

— zaštitni sloj betona armiran minimalnom armaturom.

Željezne grede zaštićuju se oblogom zaštitnog betona kao željezni stupovi.

— Nadalje, vrata metalna; drvena zaštićena iznutra limom ili vatrootpornim materijalom; od ostalog vatrootpornog materijala.

Ovi objekti izgrađeni nad zemljom ili spušteni u zemlju moraju biti udaljeni od drugih objekata ili javnih saobraćajnica najmanje 5 m za zapremine rezervoara do 200 m³, a za zapremine rezervoara veće od 200 m³ najmanje 10 m.

Podzemni objekti moraju biti udaljeni najmanje 3 m od drugih objekata i javnih saobraćajnica. Objekti pod zemljom su oni kojima je gornji rub plašta u nivou ili ispod nivoa okolnog zemljišta. Ako su objekti iz prethodnog stava izgrađeni na mjestu preko kojeg se odvija promet vozilima, konstrukcija objekta mora imati potrebnu nosivost, dokazanu proračunom.

Objekti kotlovnice moraju biti u sastavu objekata skladišnog rezervoara u posebnim u tu svrhu izgrađenim objektima, ali u tom slučaju prostor kotlovnice i prostor skladišta mora biti odvojen vatrootpornim zidom i vratima na visini iznad nivoa izljeva.

Skladišni prostor u kome su smješteni rezervoari mora imati odgovarajuće otvore za provjetravanje. Rezervoari smješteni unutar objekata postavljaju se u skladu s uvjetima određenim za skladišne rezervoare ukopane u zemlju i skladišne rezervoare postavljene nad zemljom.

Skladišni rezervoari smješteni unutar objekta

Skladišni rezervoari mogu se smjestiti unutar drugih objekata samo u onim slučajevima kada nema mogućnosti za postavljanje rezervoara na koji drugi prethodno navedeni način.

Ukupna zapremina rezervoara smještenih unutar takvog jednog objekta ne smije biti veća od 30 m³ plinskog ulja i 100 m³ ulja za loženje.

Ako se prostor za smještaj rezervoara i prostor za smještaj kotlova u kotlovnici nalaze u različitim visinama, rezervoar se ne smije smjestiti u prostor koji se nalazi vertikalno iznad kotla ili dimovodnih cijevi.

Prostorija u kojoj je smješten skladišni prostor mora imati izravni izlaz u slobodni prostor. Ova prostorija mora biti potpuno odijeljena u vodoravnom i okomitom smislu od svih susjednih prostorija i kotlovnice, sa vratima, na način kako je to naprijed navedeno.

Skladišne rezervoare treba smjestiti, gdje je to moguće, u prostorije koje gledaju prema ulici ili prema dvorištu. Strop prostorije za smještaj skladišnih rezervoara kao i zidovi moraju imati vatrotpornost najmanje 6 sati, uključivo i vrata.

Pod u skladišnim prostorijama mora biti izgrađen od nezapaljivog materijala i nepropusnog za ulje, a tako isto i prostorije unutar drugih objekata za smještaj skladišnih rezervoara.

Rezervoari moraju imati:

— otvor za ulaz u rezervoar, promjera najmanje 50 cm s nepropusno zatvorenim poklopcem;
— odušnu cijev odgovarajućeg promjera, izvedenu izvan zgrade, iznad nivoa okolnog zemljišta najmanje 2,5 m, čiji otvor mora biti zaštićen i udaljen od otvora na zgradi najmanje 1,5 m;
— priključak za punjenje rezervoara s kapom ili zatvornim organom. Ovaj priključak mora se smjestiti u limeni zaključani ormarić na zgradi ili u oknu;
— priključak za pražnjenje rezervoara sa zatvornim organom;
— priključak za ispuštanje taloga sa zatvornim organom;
— uređaj za mjerenje količine ili nivoa ulja u rezervoaru.

Otvor u zidu kroz koji prolaze cijevovodi iz skladižnog prostora u kotlovnicu mora biti izveden nepropusno za ulje.

Prostor u kome su smješteni skladišni rezervoari mora imati i odgovarajuću ventilaciju.

Pogonski rezervoari

Pogonski (dnevni) rezervoari mogu se smjestiti i u prostorije kotlovnice. Zapremina ovih rezervoara ne smije biti veća od dnevne potrošnje, a najveća 2000 do 5000 l.

U industrijskim objektima može se postaviti više pogonskih rezervoara u istoj prostoriji, s time da oni ne mogu biti veći od 1000 litara po potrošaču. Kod potrošača s manjom potrošnjom (hotelske i bolničke kuhinje, zanatstvo, laboratoriji i dr.) može se dozvoliti pogonski rezervoar s višednevnom potrošnjom a najviše do 500 l.

Nosači pogonskih rezervoara moraju biti izgrađeni od vatrootpornog i čvrstog materijala. Pogonski rezervoar može se smjestiti najmanje na 2 m horizontalne udaljenosti od kotla.

Pogonski rezervoari moraju imati: odušnu cijev odgovarajućeg promjera izvedenu izvan zgrade najmanje 2,5 m iznad visine okolnog zemljišta, čiji otvor mora biti zaštićen mrežicom:

— kod rezervoara koji leži na nivou višem od skladišnog rezervoara mora se predvidjeti prelivni vod koji vodi natrag u skladišni rezervoar;
— ako rezervoar leži niže od skladišnog rezervoara mora postojati uređaj koji će spriječiti prelijevanje ulja.

Zagrijavanje ulja za loženje

Za zagrijavanje ulja za loženje može se upotrebiti svaki izvor topline, s tim da se dovod topline u slučaju potrebe može odmah obustaviti. Nije dozvoljeno zagrijavati ulje za loženje otvorenim plamenom. Uređaj s električnim zagrijavanjem može se koristiti samo ako je »SE« izrade.

Ulje za loženje može se zagrijavati u posudama koje nisu pod pritiskom na temperaturu koja je 20°C ispod tačke zapaljivosti.

Smještaj pumpi

Pumpe treba smještati u prostor potpuno odvojen od skladišnog prostora ulja za loženje ili u skladišni prostor uz odgovarajuću sigurnosnu izvedbu. Pumpe se mogu smjestiti i u prostoru kotlovnice, ali najmanje 3 m udaljene od ložišta.

Kotlovnice

Prostor kotlovnice u kojoj se koristi ulje za loženje, kad se nalazi u sastavu nekog objekta, ako objekt nije izgrađen samo za smještaj kotlovnice već ima i drugu namjenu, mora biti horizontalno i vertikalno odijeljen od ostalih prostorija, zidovima vatrootpornosti 6 sati.

Ulaz u kotlovnicu ne smije biti preko glavnog stubišta objekta u kojem se nalazi. Mora imati poseban direktan izlaz u slobodni prostor ili preko pretprostora, koji ima direktan izlaz. Na prikladnom mjestu u kotlovnici treba postaviti uređaj koji će u slučaju požara automatski prekinuti dovod ulja za loženje.

U kotlovnici se osim ulja za loženje u dnevnom rezervoaru ulja ili tekućeg plina za potpalivanje ne smije nalaziti nikakva zaliha drugih zapaljivih tekućina.

Protupožarna zaštita

Ako je u skladištu smješteno 1000—5000 l ulja za loženje, mora se na prikladnom mjestu postaviti ručni aparat za gašenje požara suhim prahom, tipa S-6. Ako u skladištu ima od 5000—10 000 l ulja za loženje moraju se na prikladnom mjestu postaviti 2 ručna aparata za gašenje suhim prahom, tipa S-9. Ako u skladištu ima više od 10 000 l ulja za loženje mora se na prikladnom mjestu postaviti najmanje 1 ručni prevozni aparat za gašenje požara suhim prahom, tipa S-50.

U kotlovnici mora biti postavljen najmanje 1 ručni aparat za gašenje požara suhim prahom, tipa S-6 i sanduk s pjeskom sadržine 0,25 m³, s lopatom.

Objekti za smještaj rezervoara pumpnih stanica i kotlovnica moraju imati gromobransku instalaciju prema Tehničkim propisima za gradnju i održavanje gromobrana (Sl. list SFRJ br. 7/57).

Rezervoari za uskladištenje ulja za loženje kao i pripadajuće instalacije moraju biti uzemljeni prema Tehničkim propisima za električna postrojenja na nadzemnim mjestima ugroženim od eksplozivnih smjesa. Isto tako električna instalacija unutar skladišnih postrojenja, pumpnih stanica i kotlovnica u koje su smješteni rezervoari mora biti izvedena prema istim propisima (Sl. list SFRJ br. 33/64).

Nadamo se da ovaj prijedlog može korisno poslužiti pri donošenju propisa koji će regulirati ovu materiju.

K. T.

Natječaj

VIŠA TEHNIČKA GRAĐEVINSKA ŠKOLA U ZAGREBU, na temelju odluke Savjeta Građevinskog školskog centra od 27. svibnja 1967. raspisuje

NATJEČAJ

za upis studenata u školsku 1967/68. godinu, i to: redovnih i izvanrednih studenata u Odjelu za visokogradnju, u Odjelu za niskogradnju i Odjelu za hidrogradnju

I

Školovanje traje 4 semestra (2 godine).

Diplomirani studenti Više škole stiču višu stručnu spremu i stručni naziv građevinskog inženjera za visokogradnje, odnosno za niskogradnje, odnosno za hidrogradnje.

Škola je završnog tipa.

II

Pravo na upis imaju

a) osobe koje imaju potpunu srednju školsku naobrazbu, koju su stekle na tehničkoj školi građevinskog, vodograđevinskog, arhitektonskog ili geodetskog smjera, Gimnaziji ili drugoj njima ravnoj školi, a imaju radni staž u građevinarstvu određen Statutom;

b) osobe sa završenom građevinskom školom za učenike u privredi u trajanju od tri godine odnosno završenom građevinskom školom za odrasle u trajanju od dvije godine, odnosno sa školom za građevne poslovođe u trajanju od najmanje dvije godine, a imaju radni staž od najmanje tri godine u građevinarstvu;

c) osobe koje nisu završile odgovarajuću školu, a imaju osnovno osmogodišnje obrazovanje i petogodišnji radni staž u građevinarstvu;

d) prednost kod upisa imat će studenti koje šalju na školovanje poduzeća suosnivači Više škole.

III

Uvjeti upisa

1. bez prijemnog i kvalifikacionog ispita svi građevinski i arhitektonski tehničari s najmanje 2 godine prakse u građevinarstvu;

2. uz prethodno polaganje kvalifikacionog ispita — kandidati sa završenom gimnazijom ili drugom njoj ravnoj školi;

3. uz prethodno polaganje prijemnog ispita kandidati iz tačke II pod b) i c) ovog natječaja. Kandidati pod II/c polažu još gradivo kvalifikacionog ispita;

4. molbe za upis biljegovane sa 0,50 N. dinara treba podnijeti na adresu: VIŠA TEHNIČKA GRAĐEVINSKA ŠKOLA, Zagreb, Aleja partizanskih pilota 1, najkasnije do 5. IX 1967 i priložiti slijedeće dokumente:

a) izvod iz matične knjige rođenih;

b) svjedodžbu o završnom ispitu (original) srednje tehničke škole ili gimnazije;

c) kandidati iz tačke II pod b) svjedodžbe o završnom ispitu građevinske škole za učenike u privredi ili odrasle, odnosno škole za građevinske poslovođe;

d) kandidati iz tačke II pod c) svjedodžbu završne osmogodišnje osnovne škole;

e) potvrdu radne organizacije o radnom stažu u građevinarstvu;

f) potvrdu radne organizacije da im dozvoljava studij na Višoj školi i da će snositi troškove školovanja odnosno ukoliko će sami snositi troškove školovanja odgovarajuću pismenu izjavu.

Ukoliko kandidat bude na natječaju primljen i ispuni potrebne uvjete za upis, sklapa se ugovor o školovnju između radne organizacije i Više tehničke građevinske škole.

IV

Kvalifikacioni ispit polaže se od 20. IX 1967. iz predmeta, zavisno o prethodno završenoj srednjoj školi, o čemu će kandidat biti pismeno obaviješten.

Prijemni ispit polaže se od 20. IX 1967. iz hrvatskog jezika (pismeno) matematike (pismeno i usmeno), nacrtne geometrije (pismeno), fizike (usmeno) i kemije (usmeno).

Program ispita obuhvaća gradivo koje se predaje na Građevinskoj tehničkoj školi u Zagrebu.

Na zahtjev kandidata informacije o uvjetu upisa s programima kvalifikacionog odnosno prijemnog ispita šalju se poduzeću uz naplatu.

Kandidati snose troškove kvalifikacionog i prijemnog ispita.

V

Prelaz sa drugih fakulteta i Viših škola

Upis studenata koji prelaze s drugih istovrsnih ili sličnih viških škola i fakulteta odobrava se u slučaju, ako je student ispunio sve uvjete na školi sa koje dolazi, kao i uvjete na ovoj školi. Kandidati podnose molbe za prelaz Vijeću nastavnika Više škole, koje donosi odluku, pod kojim uvjetima i u koji semestar će se molilac upisati.

Prelaz je dozvoljen samo u zimskom semestru.

Prilikom prelaska priznaje se upisani semestar, odnosno godina i položeni ispit, u koliko se nastavni plan i program prijašnje škole poklapa s planom ove Škole. Odluku o tome donosi Vijeće nastavnika. Prilikom prelaza studentu se mogu priznati najviše dva semestra.

VI

Prvenstvo upisa imaju osobe koje stipendiraju privredne organizacije građevinarstva, koje su suosnivači Građevinskog školskog centra, potom sve ostale privredne organizacije građevinarstva. Broj upisa ograničen je prostornim mogućnostima.

Za pismene odgovore u vezi natječaja potrebno je poslati iznos od 2 N. dinara.

Nakon završetka natječaja svi kandidati dobivaju pismenu obavijest o rezultatu natječaja.

Redovna nastava na Višoj školi počinje 1. X 1967.

Potrebne informacije u vezi ovog natječaja kao i uvid u Statut škole te nastavne planove i programe, oni koji žele, mogu dobiti kod tajnika Građevinskog školskog centra u Zagrebu, Aleja partizanskih pilota 1, telefon 515-666 i 515-611.

Savjet Građevinskog školskog centra

